electronic

16 x 23

IC-Verstärkertechnik

Zusatzpackung 2072

Dieser NF-Verstärker bringt in Verbindung mit dem Electronic-Studio 2070 über 20 hochinteressante Geräteschaltungen mit Super-Tonqualität



In Zusammenarbeit mit dem Elektronik-Magazin







Anleitungsbuch
Zusatzkasten 2072
für über 20 NF-Verstärker-Schaltungen mit IC-Leistungsverstärker.

Dieser Zusatzkasten kann nur in Verbindung mit dem Electronic-Studio 2070 verwendet werden.

Produktion und Vertrieb:
BUSCH-Modellspielwaren
Postfach 1360
D 6806 Viernheim

In Zusammenarbeit mit dem
ELO-Magazin Franzis-Verlag
Postfach 370120
8000 München 37



Zusätzlich erforderlich:
1 Batterie 9 V (IEC 6 F 22)
oder Netzteil 2059

Elektronische Beratung:
Ing. grad. Hartmut Vallen

Layout und Darstellungen:
Wuthe-Werbung, Viernheim

Printed in W.-Germany

10. 81

Jetzt wird es noch interessanter:

Vom Transistor zum IC.



Das Electronic-Studio 2070 hat uns Schritt für Schritt in die Geheimnisse der elektronischen Wunderwelt eingeführt. Vielleicht sind uns am Anfang manche Vorgänge mysteriös erschienen.
Inzwischen haben wir viel gelernt. Wir kennen die Aufgaben und Funktionen eines großen Teils der heutigen elektronischen Bauelemente. Jetzt wollen wir den Schritt vom Transistor zum integrierten Schaltkreis (IC) wagen.
Es ist ein großer Schritt, den wir nun gemeinsam gehen werden. Bisher konnten wir zur Steuerung und Verstärkung nur Transistoren einsetzen. Jetzt werden wir erleben, wie ein winziger IC das Vielfache der bisherigen Leistungen erbringen wird.

Mit diesem Zusatzkasten IC-Technik können wir in gewohnter Weise die Schaltungen in wenigen Minuten betriebsbereit aufbauen. Wir gehen davon aus, daß die Experimente und Grundsatzschaltungen des Studios 2070 bekannt sind. In diesem Anleitungsbuch konzentrieren wir uns grundsätzlich auf die IC-Technik. Bei allen Experimenten geben wir jedoch Hinweise auf die vorangegangenen Grundsatzschaltungen.

Die uns bekannten Experimente der tonerzeugenden Schaltungen, wie Rundfunkempfänger, elektronische Orgel usw., werden durch unseren IC-Verstärkerbaustein zu vollwertigen Geräten mit respektabler Leistung.

Mit diesem IC-Zusatzkasten übergeben wir Ihnen einen hochwertigen NF-Leistungsverstärker, wie sie in den modernen Geräten der Industrie verwendet werden. Die gut verständlichen Beschreibungen und die übersichtlichen Aufbau- und Schaltpläne machen es Ihnen leicht, die phantastische Welt der IC-Technik kennenzulernen.

Was unbedingt beachtet werden sollte

Wir wissen, daß wir nur mit 9 Volt-Batterien oder dem speziellen Electronic-Studio-Netzgerät 2059 experimentieren dürfen. Niemals direkte Anschlüsse zur Netzsteckdose herstellen.

IC-Bausteine sind hochempfindliche Bauelemente. Bei falschem Schaltungsaufbau können sie zerstört werden. Bevor wir die Schaltungen in Betrieb nehmen, ist eine genaue Kontrolle, gemäß Aufbauplan, notwendig. Wir achten vor allem darauf, daß Plus- und Minuspol an der Batterie (Netzgerät) und am IC richtig angeschlossen sind.

Der IC bewirkt eine hohe Verstärkerleistung. Mehr Leistung bedeutet aber auch mehr Strom. Da wir mit einem erhöhten Batterie-Verbrauch rechnen müssen, ist es empfehlenswert, zusätzlich das spezielle Electronic-Netzgerät 2059 zu verwenden. Dieses Netzgerät bringt außerdem den Vorteil, daß wir unsere Geräte im Dauerbetrieb einsetzen können.

Bei einigen Schaltungen sind 2 Batterien bzw. die Kombination Batterie/Netzgerät erforderlich.

Die Nummern unter den Überschriften der Schaltungen sagen Ihnen, welche Electronic-Kästen für den jeweiligen Versuch benötigt werden.

IC-verstärktes Sirenenheulen

2070 + 2072

Bevor wir uns mit dem „Innenleben" unseres IC-Bausteins näher befassen, wollen wir zuerst ein einfaches Gerät aufbauen, welches uns die Verstärkerfunktion einleuchtend demonstrieren wird.

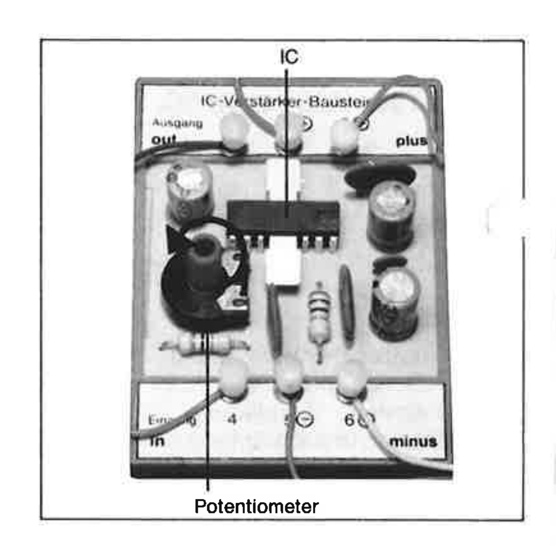
Das elektronische Sirenenheulen haben wir bei früheren Versuchen bereits kennengelernt (siehe Anleitungsbuch 2070, Seite 32). Eine ähnliche Schaltung bauen wir nun gemäß Aufbauplan, Abbildung 1b. Erstmalig verwenden wir hierzu das Bauelement: IC-Verstärker-Baustein.

Bevor wir unser Gerät mit Schiebeschalterstellung A in Betrieb nehmen, sollten wir den Aufbau genauestens kontrollieren. Auf dem Verstärkerbaustein sehen wir u. a. auch ein Potentiometer. Dieses wird an der roten Drehachse in Mittelstellung (zwischen dem linken und rechten Anschlag) gebracht. Bei eingeschaltetem Gerät darf jetzt kein Ton zu hören sein, andernfalls ist das Poti etwas zurückzudrehen. Drücken wir die Taste, ergibt sich ein langsam anschwellender Sirenenton, der wieder zurückläuft, sobald die Taste losgelassen wird. Die Tonhöhe der Sirene wird mit dem im Armaturenbrett eingebauten Poti justiert. Für die Lautstärke ist das im IC-Baustein eingebaute Poti zuständig. Bei zu groß eingestellter Lautstärke ergibt sich ein Dauerton (Rückkopplung), welcher durch Tastenbetätigung nicht beeinflußt werden kann.

Die Lautstärke unserer Sirene hat gegenüber den früheren Versuchen erheblich zugenommen. Der Schaltungsvergleich mit Seite 32 des Anleitungsbuches 2070 zeigt uns, daß die tonerzeugenden Schaltungsteile unverändert übernommen wurden. Lediglich der über einen 100 Ω Widerstand mit dem Lautsprecher verbundene Collector des Transistors T 2 wurde an den Eingang des IC-Verstärkerbausteins gelegt. Damit wird das vom T 2 erzeugte und durch den IC-Baustein erheblich verstärkte Signal an den Lautsprecher weitergegeben. Der mit dem IC-Ausgang verbundene Lautsprecher bringt die verstärkten Schwingungen als laut vernehmliches Sirenengeheul. Unser IC-Baustein ist eine selbständige und besonders leistungsfähige Verstärkerschaltung.



"IC-verstärktes Sirenengeheule"



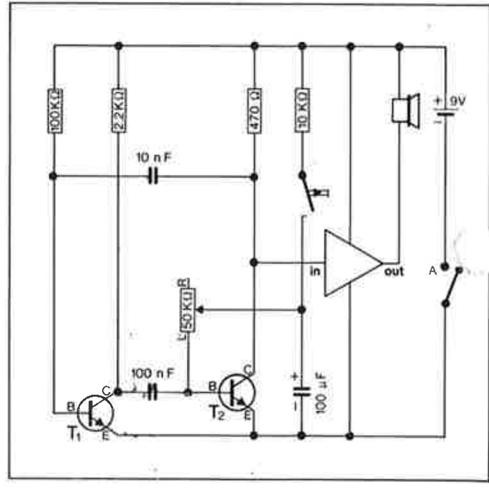


Abb. 1a Schaltplan

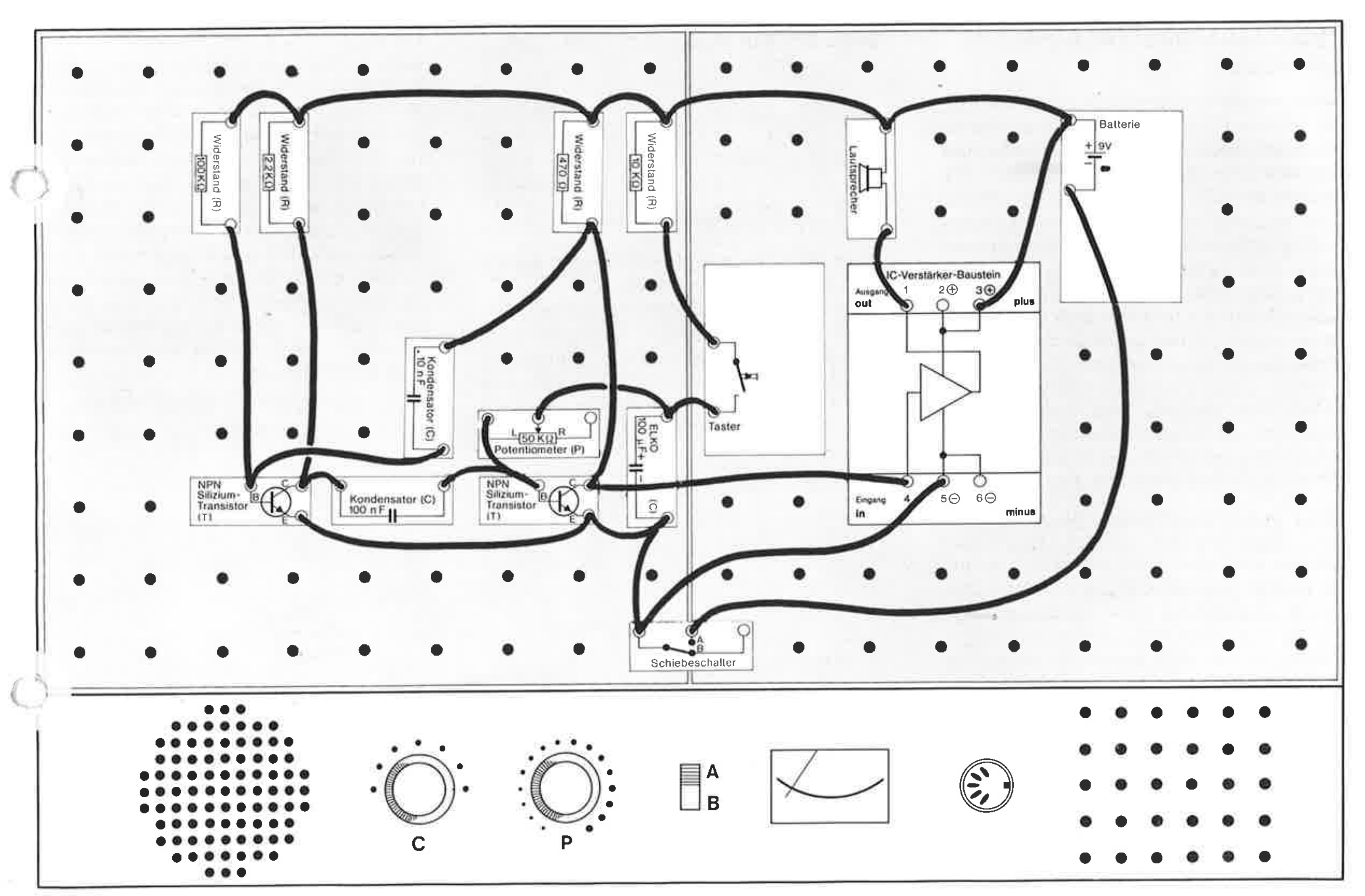

Widerstand (R) 100 KΩ
Widerstand (R) 2,2 KΩ
Widerstand (R) 470 Ω
Widerstand (R) 10 KΩ
Lautsprecher
Batterie
9V
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
plus
Eingang
in
minus
Kondensator (C) 10 nF
50 KΩ
Potentiometer (P)
ELKO 100 µF
Taster
NPN Silizium-Transistor (T)
Kondensator (C) 100 nF
NPN Silizium-Transistor (T)
Schiebeschalter
C
P
A
B

Abb. 1b

Zusatzanschluß für eine Lautsprecherbox

Unser IC-Verstärker bringt einen wesentlich höheren Frequenz-Umfang, als der im Armaturenbrett eingebaute Lautsprecher wiedergeben kann. Daher liegt dem Zusatzkasten 2072 eine genormte Lautsprecherkupplung bei, an welcher eine größere Lautsprecherbox angeschlossen werden kann. Zum Anschluß sind alle Lautsprecherboxen mit einem Widerstand zwischen minimal 4 und maximal 16 Ω geeignet. Die Klang-Qualität der nachfolgenden Versuche wird durch eine solche Lautsprecherbox ganz erheblich verbessert. Wir verwenden anstelle des Lautsprecher-Bausteins mit Kabelverbindung zum eingebauten Lautsprecher, den Baustein mit angeschlossener Normkupplung.

Wenn uns beim Schließen der rauchfarbigen Abdeckhaube unseres Electronic-Studios die Kabel des Lautsprechers und eines eventuell vorhandenen Netzgerätes stören, drücken wir die Abdeckhaube vorsichtig über die sonst übliche Senkrechtstellung hinaus nach hinten, bis sie aus der Halterung herausspringt. Jetzt können wir die Kabel zwischen den beiden Aussparungen aus dem Electronic-Studio herausführen. Anschließend legen wir die Abdeckhaube wieder auf das Gehäuse. Durch einen leichten Schlag mit der flachen Hand wird sie wieder in die Plastikhalterungen eingedrückt.
(Siehe Abbildung 2).

Was ist ein IC?

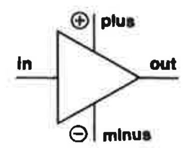


Abb. 3
Schaltsymbol IC-Verstärker-Baustein

IC ist die Abkürzung für integrated circuit, d. h. integrierter Schaltkreis.
Unter einem integrierten Schaltkreis verstehen wir eine fertige, funktionsfähige Schaltung (eventuell auch Schaltungsteil), in welcher alle notwendigen Bauelemente einschließlich „Verdrahtung" auf sehr kleinem Raum enthalten (integriert) sind.

Es gibt tausende verschiedener IC-Typen, wobei jeder Typ für eine ganz spezielle Funktion konstruiert wurde. Unser IC ist ein Verstärker-IC, der alle Bauelemente zur Verstärkung von NF-Signalen, (z. B. mehrere Transistoren, Dioden, Widerstände usw.) enthält. Er ist ein sogenannter N Leistungsverstärker mit hoher Ausgangsleistung und kleinem Klirrfaktor. Bei NF-Verstärkungen ergeben sich leicht Verzerrungen, die bei einer Lautsprecherwiedergabe als unerwünschte Töne (Klirren) hörbar werden. Unser IC verhindert dieses „Klirren", daher spricht man von einem kleinen Klirrfaktor.

Außer Verstärker-IC's mit den unterschiedlichsten Eigenschaften gibt es viele Arten

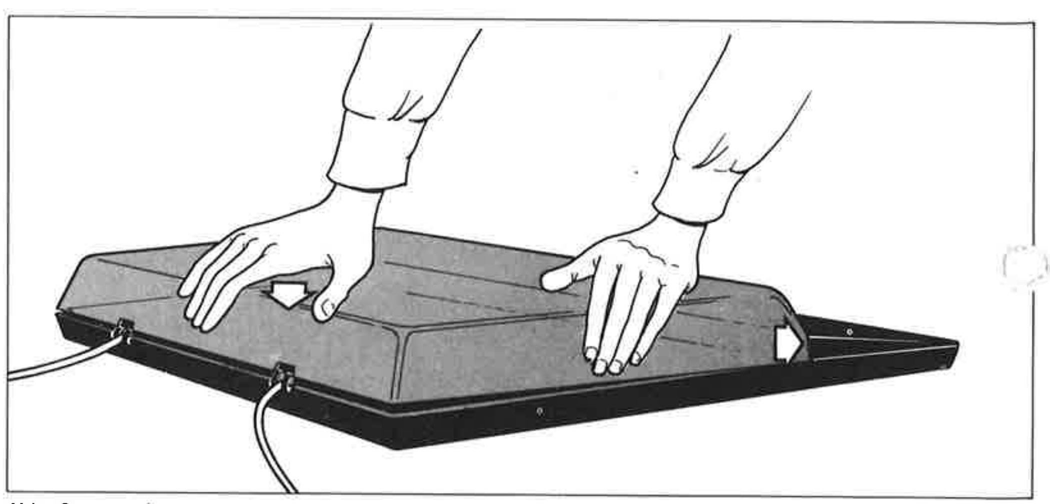


Abb. 2

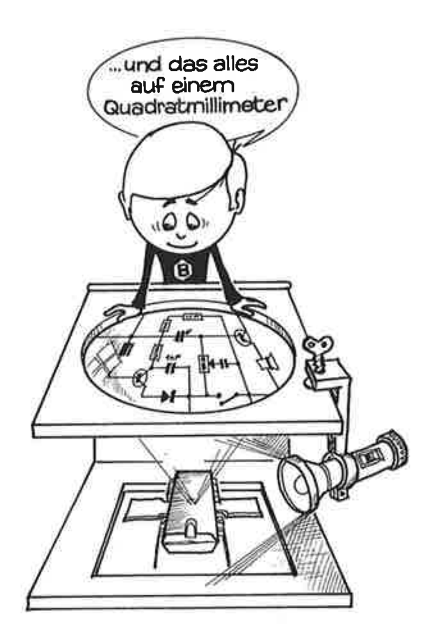
von Uhren-IC's (für elektronische Quarzuhren), Rechen-IC's (für Elektronenrechner) und für unendliche viele andere Einsatzmöglichkeiten.

Die meisten industriell vorgefertigten integrierten Schaltkreise werden in der sogenannten „Monolith-Technik" hergestellt. Auch unser IC ist ein monolithischer IC. Monolith-Technik bedeutet „Ein-Stein-Technik", d. h., daß solche IC's aus einem kleinen Halbleiterstein (Halbleiter-Chip) hergestellt werden.

Halbleiter, wie z. B. Silicium und Germanium sind Stoffe, die durch komplizierte chemische und physikalische Vorbehandlungen (sogenanntes Diffusionsverfahren) ganz bestimmte elektronische Eigenschaften erhalten können. Weil Halbleiter-Materialien den elektrischen Strom besser leiten als Nichtleiter (Isolatoren), aber auch schlechter als gewöhnliche elektrische Leiter, spricht man von sogenannten Halbleitern.

Auf der winzigen Halbleiter-Fläche von ungefähr 1 mm^2 werden mit Hilfe einer komplizierten Technik mehrere Transistoren, Dioden und Widerstände eingearbeitet. Von diesem Miniatur-Halbleiter-Chip führen haardünne Goldfäden zu den 12 Lötfahnen (auch Anschlußbeinchen genannt). Halbleiter-Chip und Lötfahnen werden in ein kleines Kunststoffgehäuse eingegossen, so daß wir jetzt nur noch die Anschlußbeinchen sehen können. Unser IC, der auf einer Platine verlötet ist, hat zusätzlich 2 Kühlflächen, damit die beim Betrieb entstehende Wärme an die umgebende Luft abgeleitet werden kann.

Kondensatoren mit größeren Kapazitäten können in dem kleinen IC nicht untergebracht werden. Daher sind außer dem IC, die für die Funktion zusätzlich erforderlichen Bauteile ebenfalls auf der Platine des Verstärker-Bausteines fest montiert. Hierdurch wird die Gefahr einer Fehlschaltung verringert. (Siehe auch Seite 46–49).



BUSCH-Netzgerät 2059

Wenn wir unsere Schaltungen als richtig funktionierende Geräte im Dauerbetrieb einsetzen möchten, könnte die Anschaffung des speziell für elektronische Experimente entwickelten Netzgerätes 2059 vorteilhaft sein. Damit entfällt der kostspielige Batterie-Verbrauch.

Das Netzteil 2059 ist ein doppelt isolierter Sicherheitstransformator. Die integrierte Zenerdiode mit Transistor, Kondensator und Gleichrichter sorgen für eine stabilisierte Spannungsabgabe mit Brummsiebung. Das Netzgerät ist für alle Versuche einschließlich der Radio-Schaltungen einsetzbar.

Eingang (primär) 220 Volt Wechselstrom.
Ausgang (sekundär) 9 Volt Gleichstrom, 200 mA.
Kurzschlußsicher, nach VDE geprüft.



Experimente mit der Rückkopplung

2070 + 2072

Aus unseren 2070-Experimenten (Seite 36) wissen wir, daß Rückkopplungen immer dann entstehen, wenn die Ausgangs-Signale eines Verstärkers dem Eingang wieder zugeführt werden. Je empfindlicher und größer die Verstärkerleistung ist, um so leichter kommt es zu solchen Rückkopplungen. Die Tonhöhe der Rückkopplungsschwingungen ist abhängig davon, wieviel vom Ausgangs-Signal dem Eingang wieder zugeführt wird. Bei einem Tongenerator bringt eine Rückkopplung die Schaltung zum Schwingen und damit zur Tonerzeugung. Bei einem NF-Verstärker sind solche Rückkopplungen unerwünscht. Mit Hilfe einer einfachen Schaltung können wir die verschiedensten Rückkopplungs-Effekte ausprobieren.

Wir bauen die Schaltung gemäß Aufbauplan 4b. Sobald wir die Taste drücken, entsteht ein lauter Pfeifton. Für die folgenden Versuche sollte das IC-Potentiometer ungefähr in Mittelstellung stehen. Anstelle des 1 nF-Kondensators können wir auch 10 nF, 47 nF oder 100 nF-Kondensatoren in die Schaltung einsetzen. Mit steigender Kondensator-Kapazität wird der Ton tiefer.

Können wir auch mit einem Widerstand eine Rückkopplung erzeugen? Wir tauschen den 1 nF-Kondensator gegen einen 470 K Ω Widerstand aus. Wir stellen fest, daß wir auch auf diese Weise Rückkopplungs-Schwingungen erzeugen können.

Wir sehen also, daß es keine Rolle spielt, wie das Signal vom Ausgang zum Eingang des IC's zurückgeführt wird.

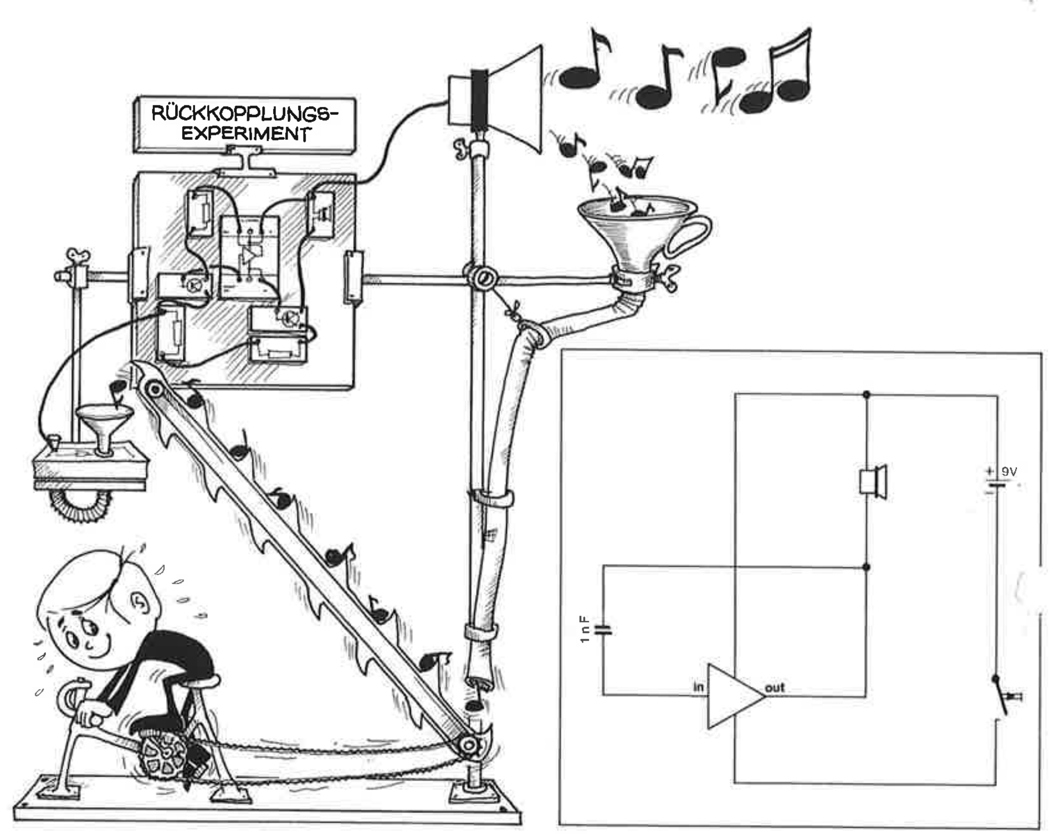


Abb. 4a

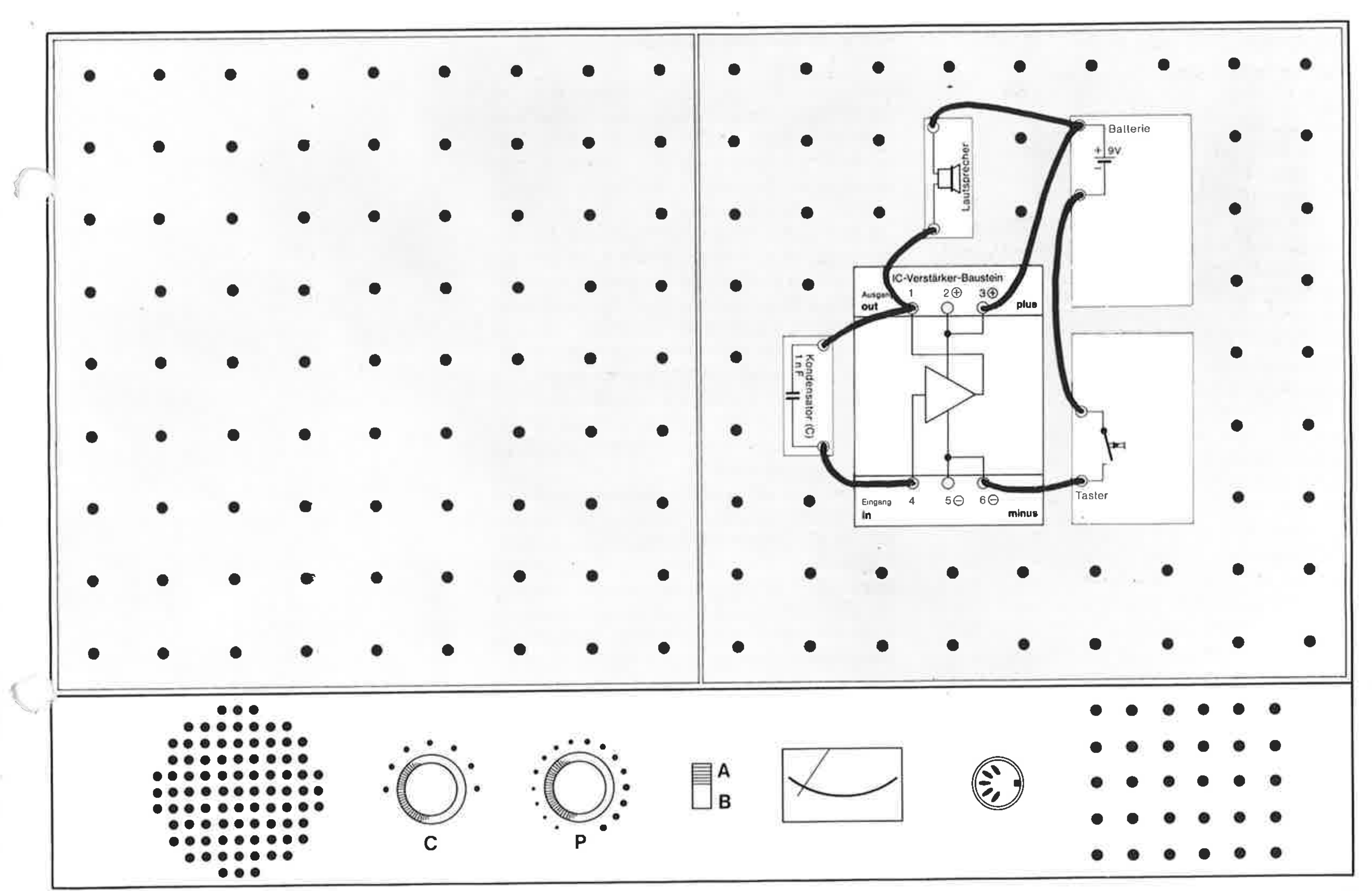

Lautsprecher
Ballerie
+ 9V
−
IC-Verstärker-Baustein
out
1
2 ⊕
3 ⊕
plus
Kondensator (C)
1 nF
Eingang
in
4
5 ⊖
6 ⊖
minus
Taster
A
B
C
P

Abb. 4b



"IC-verstärkter Morsetongenerator"

IC-Morse-Generator

2070+2072

Der nun aufzubauende Tongenerator hat durch die IC-Technik eine beachtliche Verstärkerleistung. Durch die hohe Empfindlichkeit der Schaltung ist es möglich, zwischen dem Morsezeichen-Geber (Taster) und dem Morsezeichen-Empfänger (übrige Schaltung) mehrere Kilometer Entfernung zu überbrücken. Wenn aber der Taster, wie im Aufbauplan 5b, direkt innerhalb der Schaltung installiert ist, wird sich eine erhebliche Lautstärke ergeben. Gegenüber dem vorangegangenen Rückkopplungs-Experiment ist der jetzt erzeugte Ton dumpfer und voller. Wir können den Ton ändern, indem der 1 nF-Kondensator gegen einen 10 nF oder 47 nF-Kondensator ausgetauscht wird.

Vergleichen wir doch einmal das Schaltbild der Rückkopplung (Abbildung 4a) mit unserem IC-Tongenerator (5a). Beim Schaltplan 4a ist die Verbindung des IC-Ausgangs über den 1 nF-Kondensator zum Eingang nicht zu übersehen. Bei unserem Tongenerator ist jedoch keine direkte Verbindung zwischen IC-Ausgang und -Eingang zu erkennen. Warum schwingt diese Schaltung trotzdem?

Unsere Schaltung arbeitet nach dem sogenannten Hysterese-Prinzip, bei welchem der 1 nF-Kondensator über den IC aufgeladen und diese Aufladung als Wechselspannung dem IC-Verstärker wieder zuführt wird. Das Hysterese-Prinzip haben wir beim Sägezahn-Generator schon einmal kennengelernt (Siehe 2070, Seite 75).

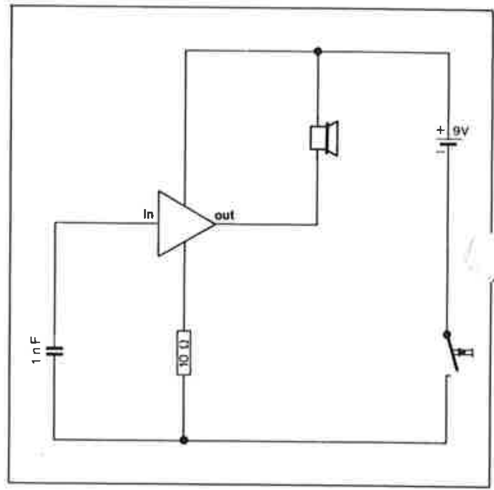


Abb. 5a

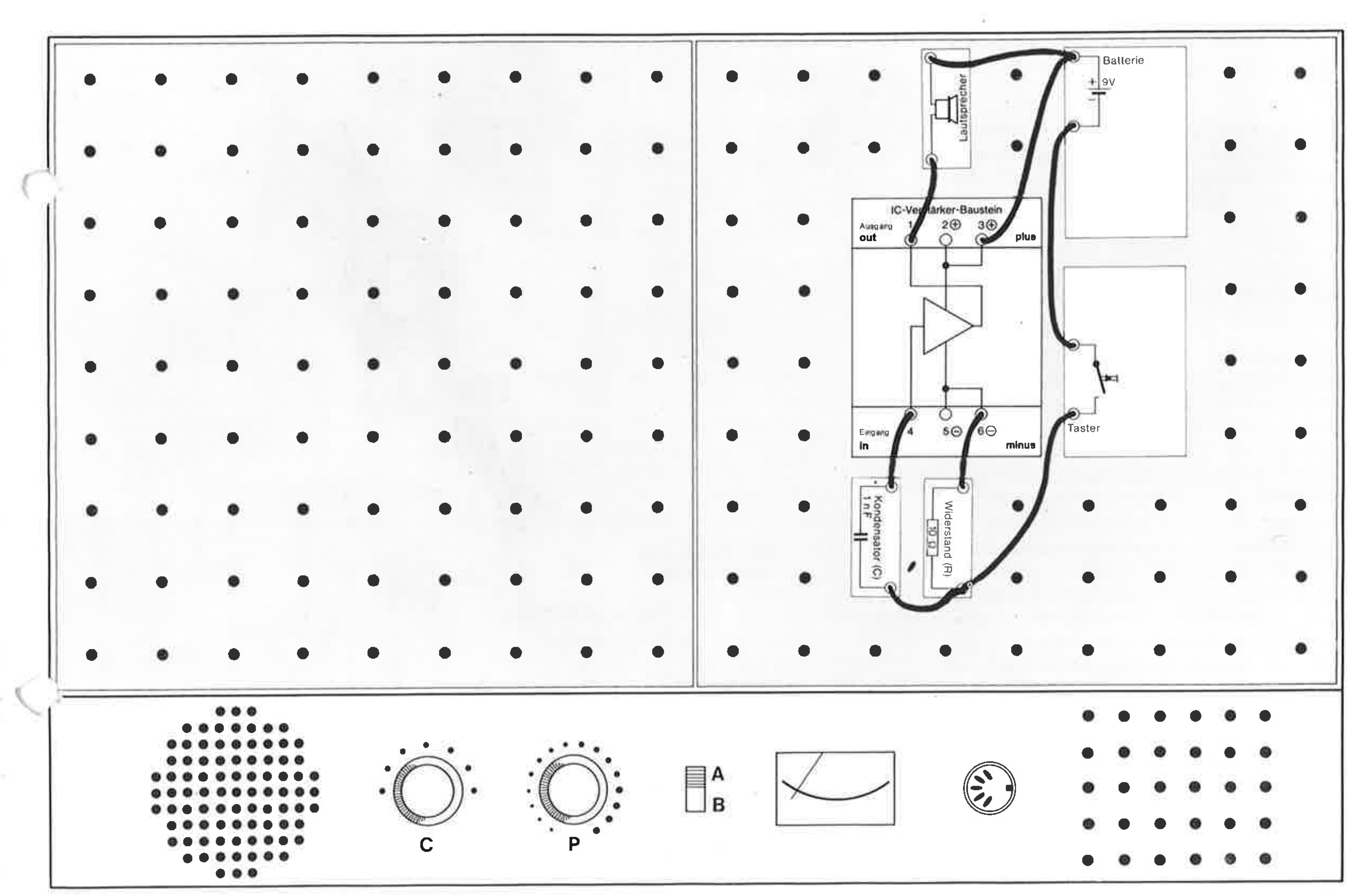

Batterie
9V
Lautsprecher
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
1
2⊕
3⊕
plus
Eingang
in
4
5⊖
6⊖
minus
Taster
Kondensator (C)
1 nF
Widerstand (R)
10 Ω
C
P
A
B

Abb. 5b

Elektronisches Martinshorn mit IC-Verstärker

2070 + 2072

Zur Einarbeitung mit unserem IC-Verstärker wollen wir zunächst einige Versuche durchführen, die uns prinzipiell bereits bekannt sind. Dennoch wird uns der Effekt des zusätzlich eingesetzten Verstärker-Bausteins überraschen. Solche Geräte sind z. B. für mancherlei „Geräuschkulissen“ bei Hörspielproduktionen usw. geeignet.

Wir bauen das elektronische Martinshorn gemäß Aufbauplan 6b. Das Potentiometer am IC-Baustein bringen wir in eine mittlere Stellung. Nach dem Einschalten (Schiebeschalterstellung A) können wir durch Drükken und Loslassen des Tasters den typischen Martinshorn-Klang äußerst lautstark imitieren. Wenn wir unsere Schaltung mit den Plänen des Anleitungsbuches 2070, Seite 31, vergleichen, können wir feststellen, daß der tonerzeugende Teil der Schaltung unverändert übernommen wurde. Während wir beim früheren Versuch das durch die Schaltung erzeugte Signal direkt vom Collector des Transistors T 2 über einen 100 Ω Widerstand dem Lautsprecher zuführten, ist jetzt unser IC als Tonverstärker zwischen T 2 und Lautsprecher eingefügt.

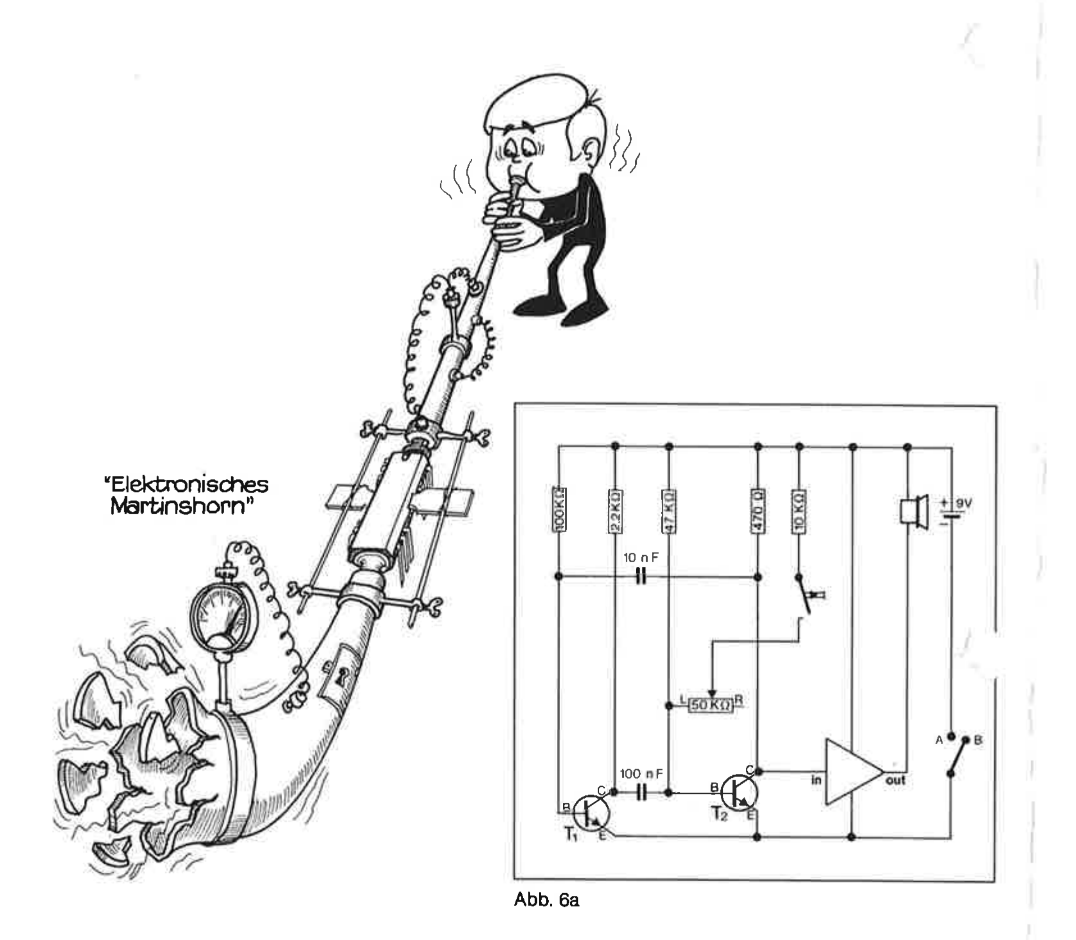


Abb. 6a

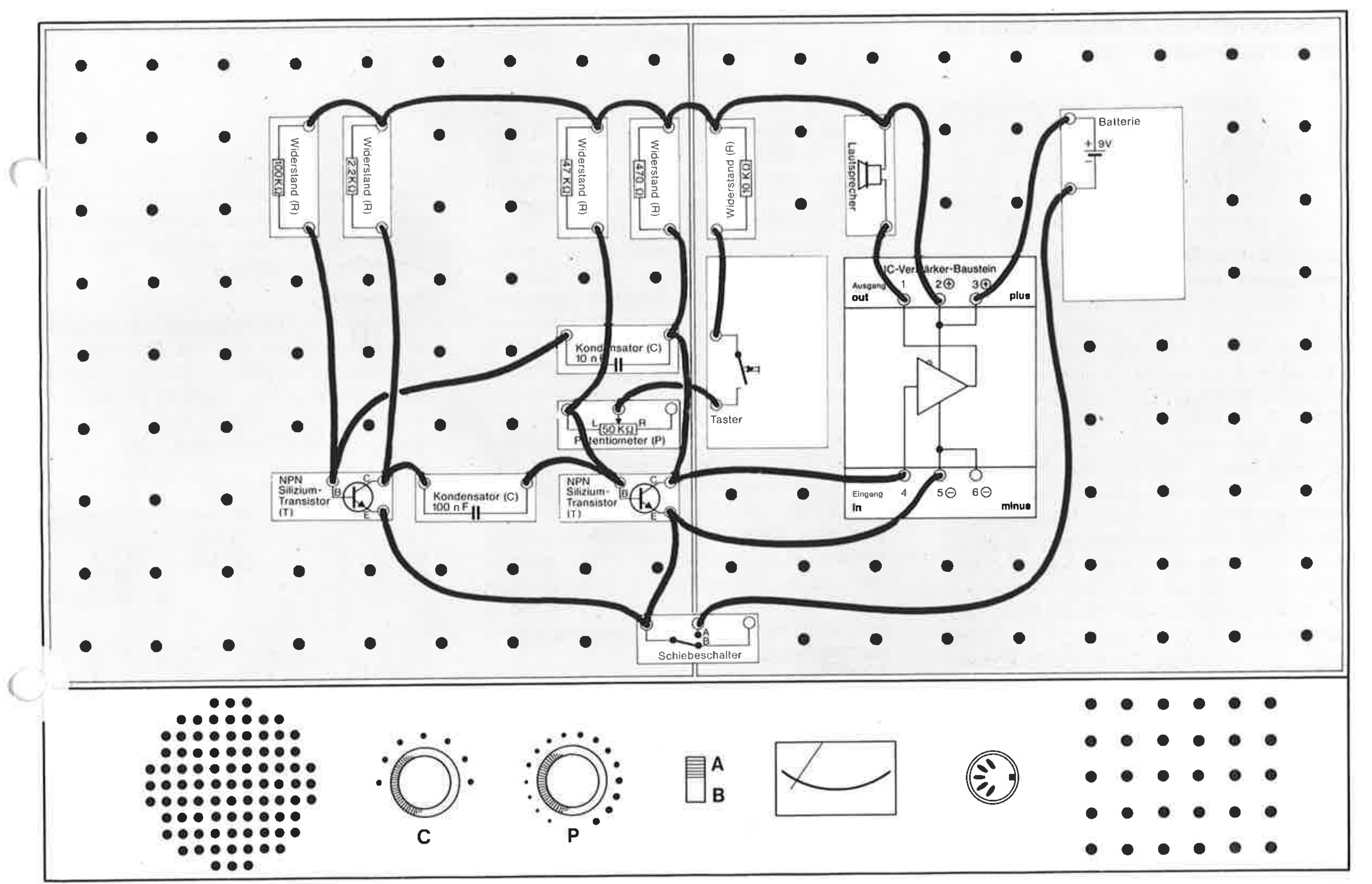

Widerstand (R)
100KΩ
2,2KΩ
47 KΩ
470 Ω
10 KΩ
Lautsprecher
Batterie
9V
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
plus
Eingang
in
minus
Kondensator (C)
10 nF
100 nF
Potentiometer (P)
50 KΩ
Taster
NPN
Silizium-
Transistor
(T)
Schiebeschalter
C
P
A
B

Abb. 6b

Die elektronische Super-Sound-Bleistiftstrich-Orgel

2070+2072

Eine Bleistiftstrich-Orgel haben wir bereits im Anleitungsbuch 2070 (Seite 37) kennengelernt. Wenn wir genügend Taster und entsprechend abgestimmte Widerstands-Werte hätten, könnten wir auch eine Orgel mit fest eingebauter Tonleiter aufbauen.

Die fehlenden Tasten ersetzen wir durch einen dicken Bleistiftstrich. (Das am oberen Buchrand abgebildete Feld mit einem weichen Bleistift dick ausmalen). Nach Fertigstellung der Schaltung, gemäß Aufbauplan 7b, nehmen wir unser Gerät mit Schiebeschalterstellung A in Betrieb. Die Lautstärke am IC-Potentiometer muß so eingestellt werden, daß kein Ton erzeugt wird, solange sich die beiden „Fühlleitungen" nicht berühren, bzw. der Bleistiftstrich nicht abgetastet wird. Damit ist unsere Super-Sound-Orgel spielbereit. Beim Abtasten der linken Seite des Bleistiftstriches ergeben sich tiefe Töne, die um so höher werden, je näher wir an die mit der Büroklammer angebrachte zweite Fühlleitung herankommen. Durch farbige Querstriche können wir die Tonleiter auf dem Bleistiftstrich festlegen und nach kurzer Einübung kleine Melodien spielen. Gegenüber unserem früheren Versuch bringt unsere Orgel jetzt einen vollen, angenehmen Klang.

Bei unserer Schaltung fällt uns auf, daß 2 Batterien verwendet werden. Jeder der beiden Schaltungsteile, also IC-Verstärker

Dieses Feld mit weichem Bleistift dick ausmalen



und der tonerzeugende Teil, haben eine eigene Batterie. Dies ist erforderlich, weil unser IC-Verstärker einen wesentlich höheren Stromverbrauch hat, als die tonerzeugende Oszillator-Schaltung. Würden wir das Gerät nur mit einer Batterie betreiben, würde die Batterie-Spannung abfallen. Über den tonerzeugenden Oszillator würde sich jetzt die Eingangs-Spannung des IC's verringern. Dadurch wird das Ausgangs-Signal kleiner, der IC verbraucht weniger Strom und die Batterie-Spannung wäre wieder mit voller Leistung vorhanden. Logischerweise steigt hierdurch die Eingangs-Spannung und damit auch die Ausgangs-Spannung des Verstärkers. Die Batterie-Spannung würde erneut absinken. Durch den ständigen schnellen Wechsel der sich ändernden Batterie-Spannung würden sich zusätzliche Schwingungen und damit unerwünschte Verzerrungen des Orgeltons ergeben. Dies vermeiden wir durch die getrennte Stromversorgung der beiden Schaltungsteile.

Achtung!

Bei allen Schaltungen, die mit 2 Batterien arbeiten, besteht die Möglichkeit, daß sich die Batterien zwar langsam, aber ständig entladen (auch wenn das Gerät durch Schiebeschalterstellung B abgeschaltet wurde). Über den 470 Ω Widerstand — IC — Lautsprecher ist immer noch ein geringer Stromkreislauf vorhanden, welcher nur durch einen 2. Schiebeschalter oder ein komplizierten Schaltungsaufbau unterbrochen werden könnte. Es ist daher zweckmäßig, die Batterien nach Beendigung des Versuchs abzuklemmen.

Anmerkung:

Falls ein BUSCH-Netzgerät 2059 vorhanden ist, sollte dieses für die IC-Spannungs-Versorgung eingesetzt werden (Aufbauplan rechts unten), weil der IC-Verstärker wesentlich mehr Strom als der tonerzeugende Oszillatorteil verbraucht.

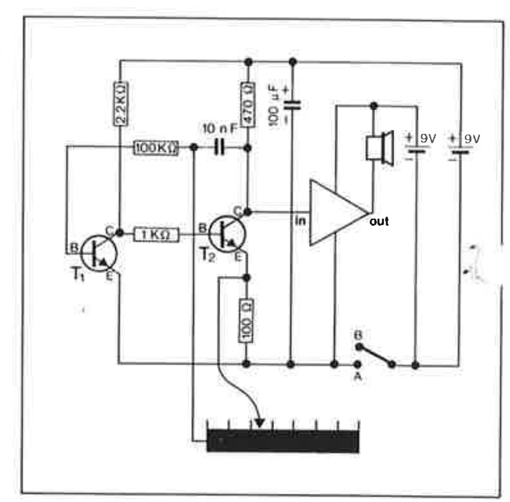


Abb. 7a

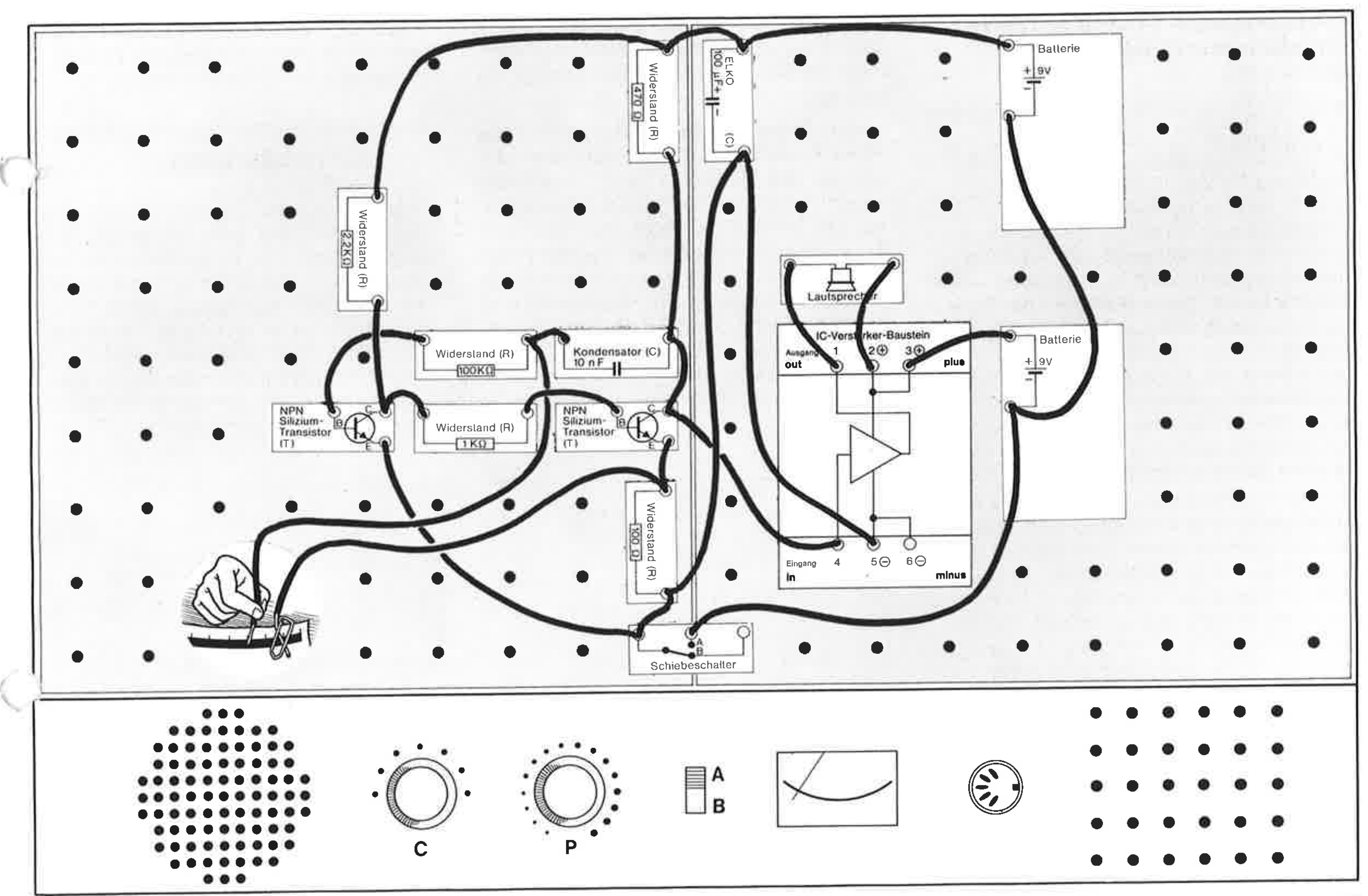

Widerstand (R)
470 Ω
ELKO
100 µF
(C)
Batterie
9V
Widerstand (R)
2,2KΩ
Lautsprecher
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
1
2⊕
3⊕
plus
Widerstand (R)
100KΩ
Kondensator (C)
10 nF
NPN
Silizium-
Transistor
(T)
Widerstand (R)
1KΩ
Batterie
9V
Widerstand (R)
100 Ω
Eingang
in
4
5⊖
6⊖
minus
Schiebeschalter
A
B
C
P
A
B

Abb. 7b

IC-gesteuerte amerikanische Streifenwagen-Sirene

2070 + 2072

Diese Schaltung kennen wir aus dem Anleitungsbuch 2070, Seite 61.
Wir nehmen den Schaltungsaufbau gemäß Abbildung 8b vor. In Schiebeschalterstellung A wird automatisch der Ton einer amerikanischen Streifenwagen-Sirene erzeugt. Am Potentiometer (im Amaturenbrett eingebaut) kann die Tonhöhe verändert werden. Durch Verstellen des Potis am IC-Baustein wird die Lautstärke geregelt. Der 47 nF-Kondensator kann versuchsweise noch gegen einen 100 nF-Kondensator ausgewechselt werden. Ist ein Netzgerät vorhanden, dann wird dieses zur Versorgung des IC-Verstärkers (Aufbauplan rechts unten) eingesetzt.

Beim Vergleich mit der Schaltung des Anleitungsbuches 2070 Abbildung 75, stellen wir fest, daß der früher am Collector des Transistors T 3 angeschlossene Lautsprecher jetzt an den Ausgang des IC-Verstärkers kommt, während der Eingang des IC-Bausteins an den Collector von T 3 gelegt wird. Der IC hat lediglich die bekannte zusätzliche Tonverstärkung übernommen.

Automatische Feuersirene

2070 + 2072

Die Wiederholung dieses prinzipiell bekannten Versuchs aus dem Anleitungsbuch 2070, Seite 62, bietet sich an. Bei dieser Gelegenheit wollen wir gleich einmal ausprobieren, ob wir aufgrund der bisherigen Versuche unseren IC-Verstärker auch ohne Aufbau- und Schaltplan selbständig einbauen können.

Wenn wir die Schaltung gemäß Abbildung 76 im Anleitungsbuch 2070 aufbauen, setzen wir alle Bausteine um 1 Lochbreite näher an den hinteren Rand der Steckplatten. Der mit dem Collector des Transistors T 3 bisher verbundene Lautsprecher kommt wie im vorangegangenen Versuch an den IC-Ausgang. Der IC-Eingang wird zum Collector T 3 geführt. Die übrigen Anschlüsse des IC-Bausteins werden wie beim vorangegangenen Versuch der amerikanischen Streifenwagen-Sirene ausgeführt.

Nach dem Einschalten des Geräts vergehen einige Sekunden bis zum Beginn des automatischen Sirenen-Geheuls.

Automatisches Martinshorn mit IC-Verstärkung

2070 + 2072

Auch in dieser Schaltung (siehe Anleitungsbuch 2070, Seite 63) ist es für uns kein Problem, den IC-Verstärker zusätzlich einzubauen. Wir verfahren in gleicher Weise, wie beim vorangegangenen Versuch der Feuersirene. Wie üblich, dient das im Armaturenbrett eingebaute Poti zur Frequenz-Korrektur, während das im Verstärker-Baustein enthaltene Poti für die Lautstärkeregelung zuständig ist.

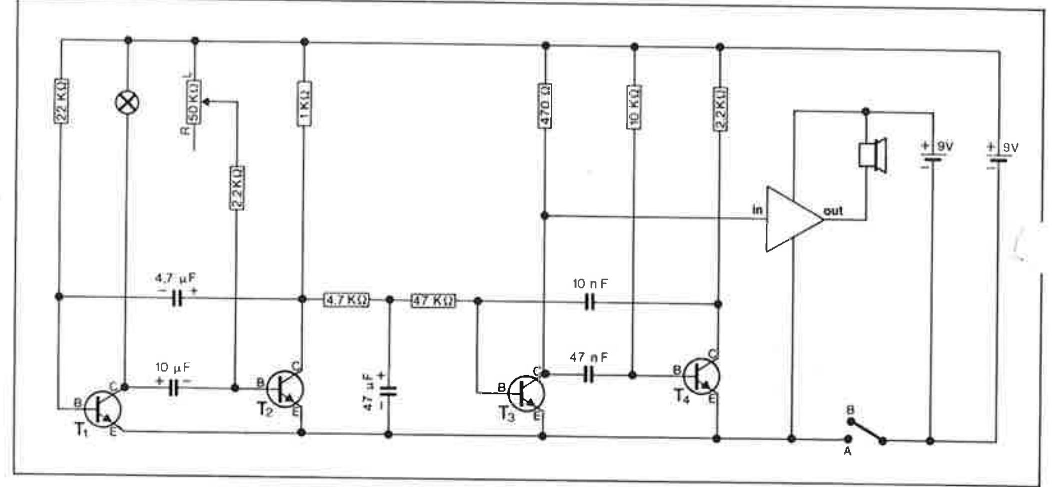


Abb. 8a

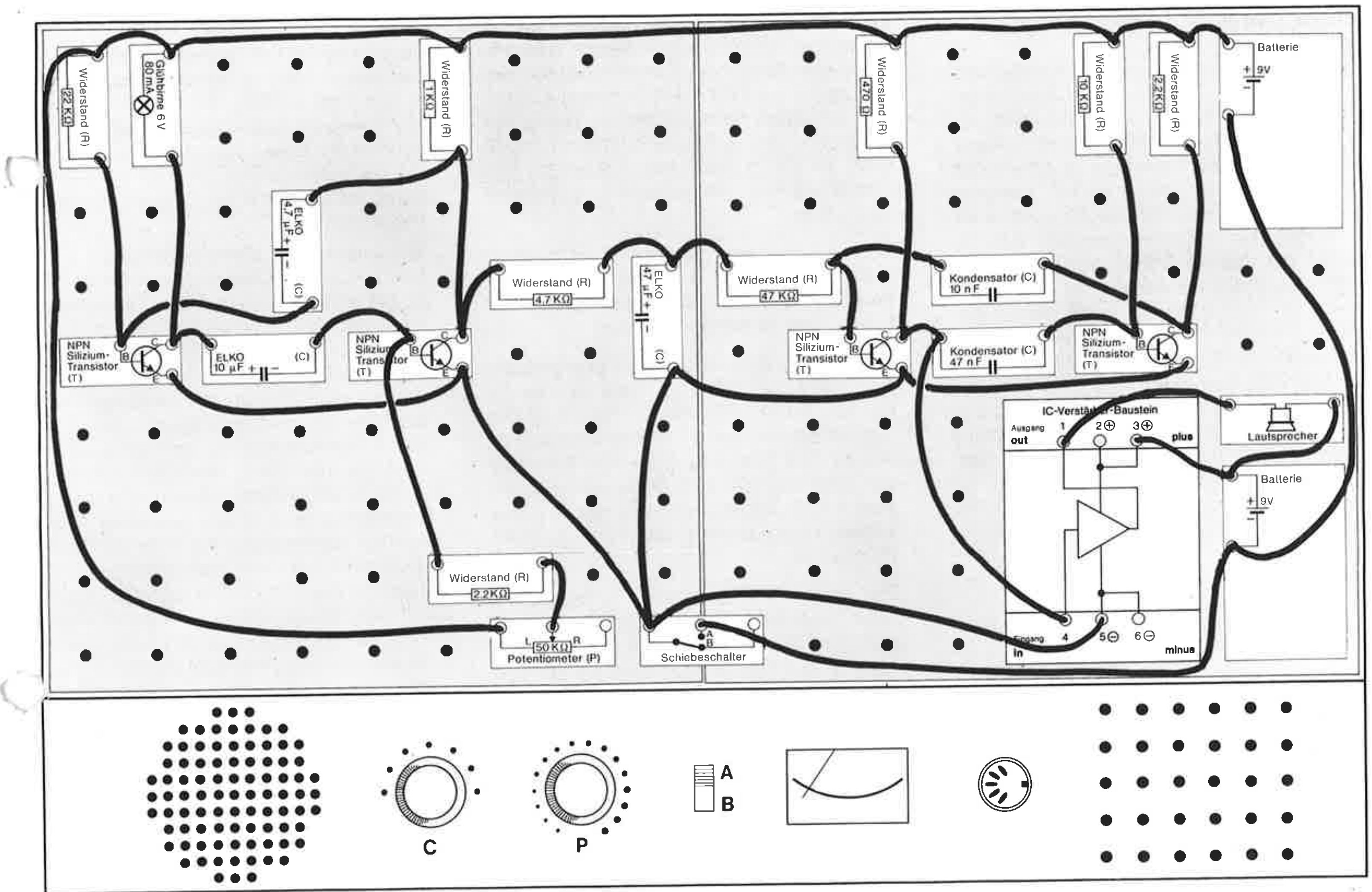

Widerstand (R)
22 KΩ
Glühbirne 6 V
80 mA
Widerstand (R)
1 KΩ
Widerstand (R)
470 Ω
Widerstand (R)
10 KΩ
Widerstand (R)
2,2 KΩ
Batterie
9V
ELKO
4,7 µF
(C)
Widerstand (R)
4,7 KΩ
ELKO
47 µF
(C)
Widerstand (R)
47 KΩ
Kondensator (C)
10 nF
NPN
Silizium-
Transistor
(T)
ELKO
10 µF
(C)
Kondensator (C)
47 nF
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
plus
Lautsprecher
Batterie
9V
Widerstand (R)
2,2 KΩ
50 KΩ
Potentiometer (P)
Schiebeschalter
Eingang
in
minus
C
P
A
B

Abb. 8b

Elektronische Nervensäge

2070 + 2072

Durch Hinzunahme des IC-Verstärkers verwandelt sich die (aus dem Anleitungsbuch 2070, Seite 65) bekannte elektronische Nervensäge zu einem echten „Familienschreck". Wir beachten lediglich, daß der Lautsprecher wieder an den Ausgang des IC-Verstärkers angeschlossen wird, und daß die früher verwendete Leuchtdiode bei diesem Schaltungsaufbau entfällt. Wenn wir mit Abbildung 79 vergleichen, wird somit der Collector des Transistors T 3 zum 100 Ω Widerstand geführt, wobei die 2. Seite dieses Widerstandes eine direkte Verbindung zum 4,7 K Ω Widerstand erhält. Die Stromversorgung und die übrigen Anschlüsse des IC-Bausteins sind uns von den vorangegangenen Versuchen her bekannt.

Hifi-Mono-Verstärker mit Höhen- und Baßregelung

2070 + 2072 (+ 2060)

Cassetten-Recorder und einfachere Plattenspieler haben meistens keine besonders gute Verstärkerleistung. Wenn wir eine gute Lautsprecherbox besitzen (minimal 4 bis maximal 16 Ohm), können wir mit folgendem Versuch ausprobieren, was z. B. in einem einfachen Cassetten-Recorder tatsächlich „drin" ist. Mit unserem IC können wir einen hervorragenden Verstärker aufbauen, der wesentlich mehr bringen wird, als die in Cassetten-Recordern und Plattenspielern eingebauten, einfachen Verstärker.

Wer außer dem Electronic-Studio 2070 auch noch die Vor- bzw. Ausbaustufe 2060 besitzt, kann zusätzlich die hohen und tiefen Töne stufenlos regeln.

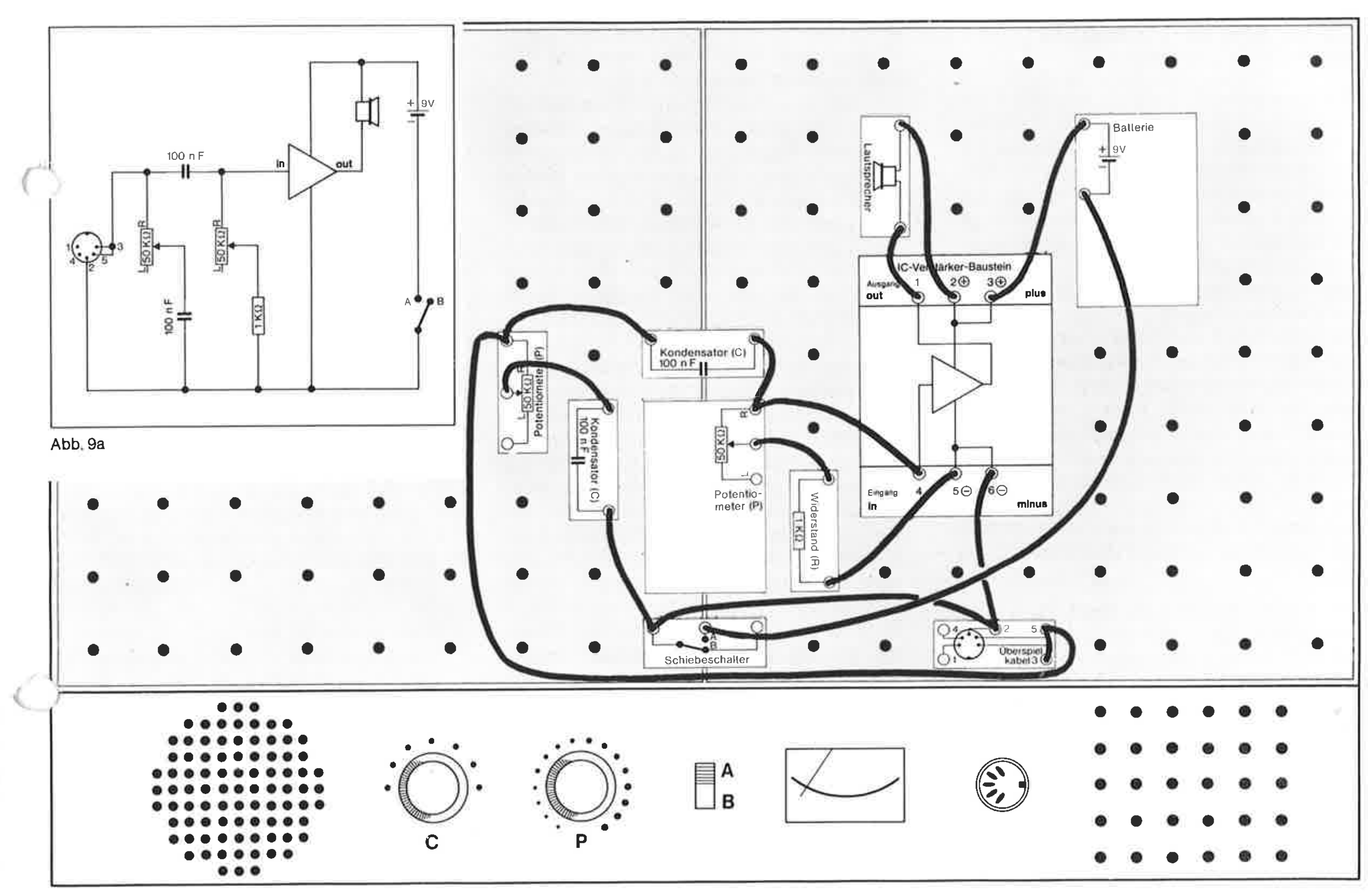
Wir nehmen den Aufbau der Schaltung gemäß Abbildung 9b vor. Wenn wir das im Kasten 2060 enthaltene Potentiometer nicht besitzen, entfällt dieser Baustein. In diesem Fall führt das Kabel von der rechten Seite des 100 nF-Kondensators direkt zum 1 K Ω Widerstand und von dort aus weiter zum Eingang des IC-Verstärkers (Buchse 4).

Zu jedem Plattenspieler, Tonbandgerät oder Cassetten-Recorder gehört ein sogenanntes Überspielkabel. Mit diesem Überspielkabel schließen wir eines der genannten Geräte oder ein Rundfunkgerät an der im Armaturenbrett des Electronic-Studios eingebauten Normbuchse an.

Unser Verstärker ist in Schiebeschalterstellung A betriebsbereit. Zur Lautstärke-Regelung dient das im Verstärker-Baustein eingebaute Potentiometer. Mit dem Poti im Armaturenbrett können wir die „Höhen", also die hohen Töne, regeln. Mit dem Potentiometer aus dem Kasten 2060 werden die „Tiefen" (Bässe) geregelt. Ohne dieses Poti werden die tieferen Baßtöne nicht besonders stark wiedergegeben. Wir können die Bässe hervorheben, wenn wir die Verbindungsleitung vom 1 K Ω Widerstand zur Buchse 5 des IC-Bausteins unterbrechen.

Wie funktioniert diese Schaltung?

Das von einem Cassetten-Recorder, oder einem anderen Gerät erzeugte Signal gelangt mit dem Überspielkabel zur Normbuchse und von dort zum Potentiometer des Armaturenbretts. Dieses Poti wirkt in Verbindung mit dem 100 nF-Kondensator als Filter für höhere Tonfrequenzen. Steht das Potentiometer am rechten Anschlag, wird der Ton durch den 100 nF-Kondensator nicht beeinflußt. Wenn sich die Poti-Einstellung dem linken Anschlag nähert, werden immer mehr der höheren Tonfrequenzen über den Kondensator ausgesiebt. In gleicher Weise arbeitet das Poti aus dem Kasten 2060 zur Ausfilterung der tieferen Tonfrequenzen. Die nicht ausgefilterten Signale gelangen an den Eingang des IC's, werden dort verstärkt und dem Lautsprecher zugeführt. Ein echtes Klangerlebnis erzielen wir, wenn anstelle des im Armaturenbretts eingebauten kleinen Lautsprechers eine gute externe Lautsprecherbox verwendet wird. Solche Boxen werden an der Normkupplung des speziellen Lautsprecher-Bausteins angeschlossen.



100 n F
in
out
9V
A
B
3
1
4
2
5
R
50 KΩ
L
100 n F
1 KΩ
Lautsprecher
Ballerie
9V
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
1
2⊕
3⊕
plus
Kondensator (C)
100 n F
Potentiometer (P)
Kondensator (C)
100 n F
Potentio-
meter (P)
Widerstand (R)
Eingang
in
4
5⊖
6⊖
minus
Schiebeschalter
Überspiel
kabel 3
C
P
A
B

Abb. 9a

Abb. 9b

Hifi-IC-Stereo-Verstärker

2070 + 2 x 2072 (+ 2060)

Wenn wir einen 2. Zusatzkasten 2072 besitzen, ist es für uns kein Problem, einen ausgezeichneten Hifi-Stereo-Verstärker mit erstaunlicher Klangfülle und Wiedergabe-Qualität aufzubauen. Voraussetzung für einen einwandfreien Stereo-Effekt ist die 2-kanalige, rausch- und verzerrungsfreie Verstärkung. Ideal ist es, wenn wir auch 2 gleichwertige Lautsprecherboxen zur Verfügung haben.
Der Fachmann spricht von einem linken und einem rechten Kanal. Gemeint sind damit die beiden getrennten Stereo-Signale, die über einen linken und rechten Lautsprecher wiedergegeben werden. Die beiden Lautsprecher sollen ca. 1,50 Meter bis 2,00 Meter weit auseinanderstehen. Der günstigste Hörplatz ist in 1,50 Meter bis 2,00 Meter Entfernung zwischen den beiden Lautsprecherboxen (siehe Abbildung 10).

Der vorher aufgebaute Mono-Verstärker stellt einen Kanal unserer Stereo-Anlage dar. Für den 2. Kanal brauchen wir nochmals den gleichen Mono-Verstärker. Damit ergibt sich die 2-kanalige Stereo-Anlage, wie sie im Aufbauplan 11 b dargestellt ist. Falls das Poti aus dem Kasten 2060 vorhanden ist, kann eine Klangregelung vorgenommen werden. Ohne Potiometer aus dem Kasten 2060 stellen wir eine direkte Verbindung von der Buchse 3 des Bausteins „Überspielkabel" zum Eingang des IC-Verstärkers (Buchse 4) her. Der 100 nF Kondensator wird dann ebenfalls zur Buchse des IC-Bausteins geführt.
An der Normbuchse im Armaturenbrett kann ein Stereo-Plattenspieler, Stereo-Cassetten-Recorder oder Stereo-Tonbandgerät angeschlossen werden. Stehen keine Lautsprecherboxen zur Verfügung, verwenden wir für den linken Kanal den im Armaturenbrett eingebauten Lautsprecher und für den rechten Kanal den kleinen Lautsprecher aus dem Kasten 2060. In Schiebeschalterstellung A ist unser Stereo-Verstärker betriebsbereit. Mit den beiden Potis auf den IC-Bausteinen können wir die Lautstärke an jedem Verstärkerkanal getrennt regeln, wodurch eine „Balance-Einstellung" möglich ist. Mit der Balance-Regelung können wir die Anlage so einpegeln, daß am Hörplatz die beiden Lautsprecher den gleichen Höreindruck und damit den besten Stereo-Effekt vermitteln. Mit den beiden anderen Potis ist die „Höhen"-Regelung möglich. Zusammen mit dem BUSCH-Netzgerät 2059 haben wir eine richtig funktionierende Stereo-Anlage, die im Dauerbetrieb eingesetzt werden kann.

„Übersteuern" – was ist das?

Wenn wir unseren Hifi-Mono-Verstärker zu laut aufdrehen, besteht die Möglichkeit, daß der Klang verzerrt wird. Unser IC-Verstärker ist dann „übersteuert".
Ein Verstärker verstärkt die Eingangssignale bis zu einem bestimmten Wert. Die Ausgangs-Signale können jedoch nicht

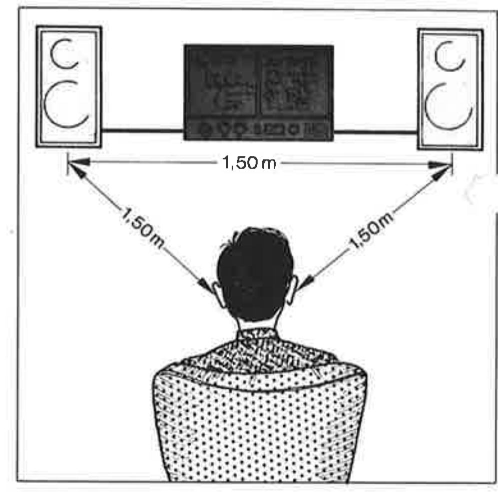


Abb. 10

beliebig groß werden, weil die Batterie (oder unser Netzgerät) nur eine begrenzte Maximal-Leistung abgeben kann. Ist bereits das Eingangs-Signal sehr groß, dann wird es durch die IC-Verstärkung noch größer. Hierfür reicht jedoch die Batterie-Spannung nicht aus. Dadurch werden gewisse Frequenz-Spitzen „abgeschnitten", und der Klang wird verzerrt. Ist das Eingangs-Signal zu groß, spricht der Fachmann von einem „übersteuerten Verstärker".

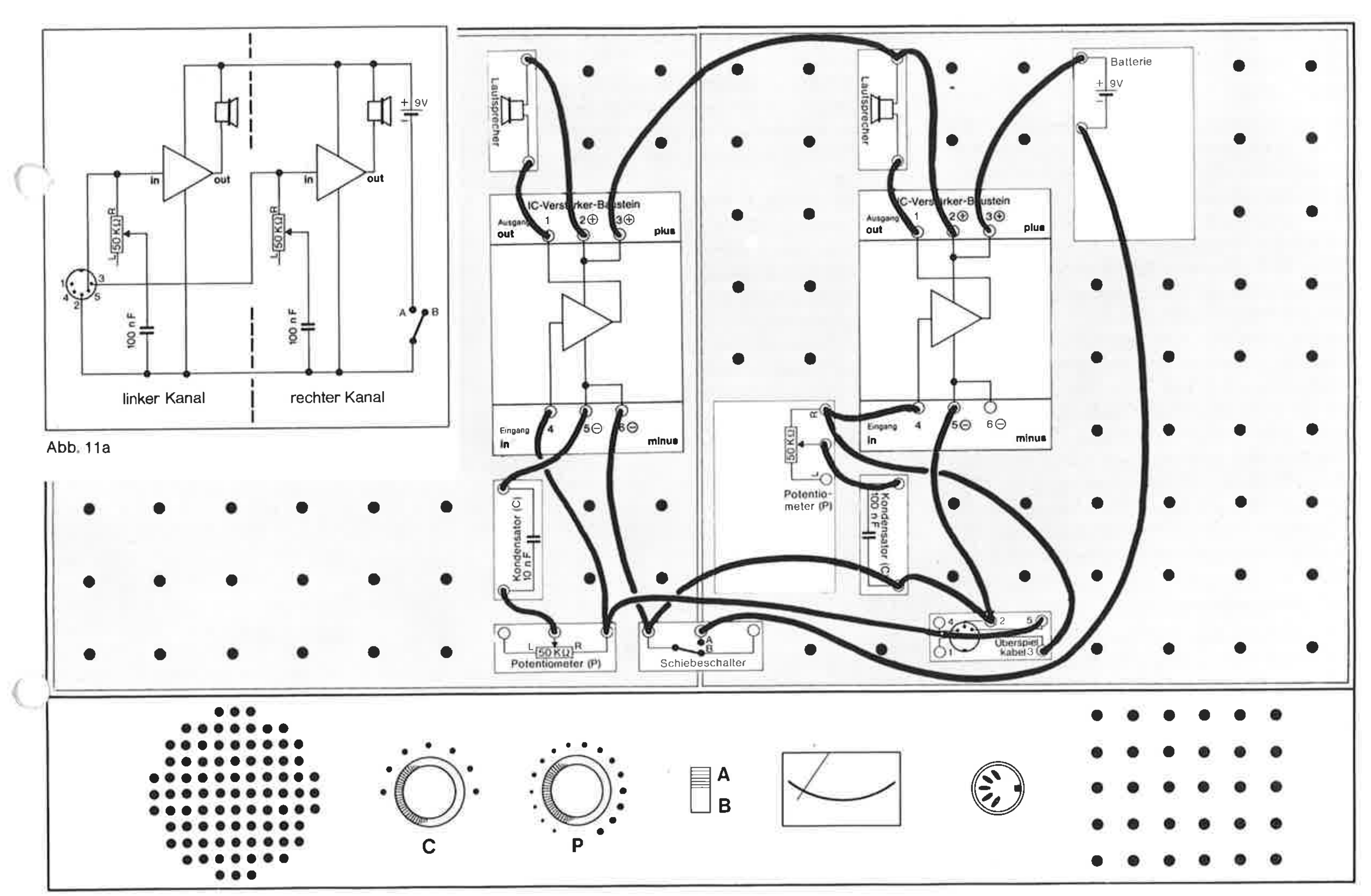


Abb. 11a

Abb. 11b

Mittelwellen-Radio mit IC-Verstärker

2070 + 2072

Die interessanteste Radio-Schaltung, die wir im Anleitungsbuch 2070 kennengelernt haben, war das empfindliche Mittelwellen-Radio mit Gegentaktendstufe auf Seite 107. Vergleichen wir doch einmal den Schaltplan 125a (Seite 107, Anleitungsbuch 2070) mit unserem Rundfunkempfänger, den wir jetzt gemäß Schaltplan 12a aufbauen wollen. Der Transistor T 1 bildet wieder die bekannte Reflexstufe, während T 2 einen 1-stufigen NF-Verstärker darstellt. Die Transistoren T 3 und T 4 waren beim früheren Versuch zu einer Gegentaktendstufe geschaltet. Diese komplette Gegentaktendstufe fällt nun weg und wird durch unseren IC-Verstärkerbaustein ersetzt. Obwohl wir jetzt mit wesentlich weniger Bauelementen operieren, wird durch den IC-Verstärker sowohl die Empfindlichkeit als auch die Klangfülle und Lautstärke sehr erheblich verbessert.

Wir nehmen den Aufbau des Geräts gemäß Aufbauplan 12b vor. Nach dem Einschalten (Schiebeschalterstellung A) wird die Verstärkerschaltung mit Hilfe des im IC-Bausteins eingebauten Potentiometers „justiert": Das im Armaturenbrett eingebaute Potentiometer steht auf leise (also am linken Anschlag). Das IC-Potentiometer wird auf laut (also bis zum rechten Anschlag) gestellt, und dann langsam so weit nach links zurückgedreht, bis keine Pfeiftöne oder andere Störgeräusche mehr zu hören sind.

Die gesamte weitere Bedienung unseres Geräts erfolgt am Armaturenbrett. Das eingebaute Poti dient zur Lautstärkeregelung, der Drehkondensator zur Einstellung der Sender.

Die Schaltung funktioniert in gleicher Weise wie bei 2070 auf Seite 107 beschrieben. Das von den Transistoren T 1 und T 2 verstärkte Signal gelangt über den 1 K Ω Widerstand jedoch nicht wie bisher zur „Gegentaktendstufe", sondern an den Eingang des IC-Verstärkers. Durch die wesentlich bessere Verstärkung ist es jetzt möglich, auch schwächere Sender zu empfangen. Dabei muß aber der Drehkondensator langsam und sorgfältig bedient werden.

Die Peilwirkung der eingebauten Ferritantenne kann durch Drehen der Schaltung ausgenutzt werden. Wer weiter entfernte Stationen hören möchte, kann an Buchse 5 der Ferritantenne noch einen Draht als Zusatzantenne anschließen. Anstelle des eingebauten Lautsprechers kann auch eine separate Lautsprecherbox angeschlossen werden. Hierdurch wird die Tonqualität unseres Rundfunkempfängers erheblich verbessert. Wir müssen jedoch darauf achten, daß eine Zusatzantenne weder über die Lautsprecherleitung, noch über die Bauelemente der Reflexstufe hinweg geführt wird, weil sich sonst eine unerwünschte Rückkopplung durch Pfeiftöne bemerkbar macht. Das gleiche gilt auch für die Leitung des Zusatzlautsprechers.

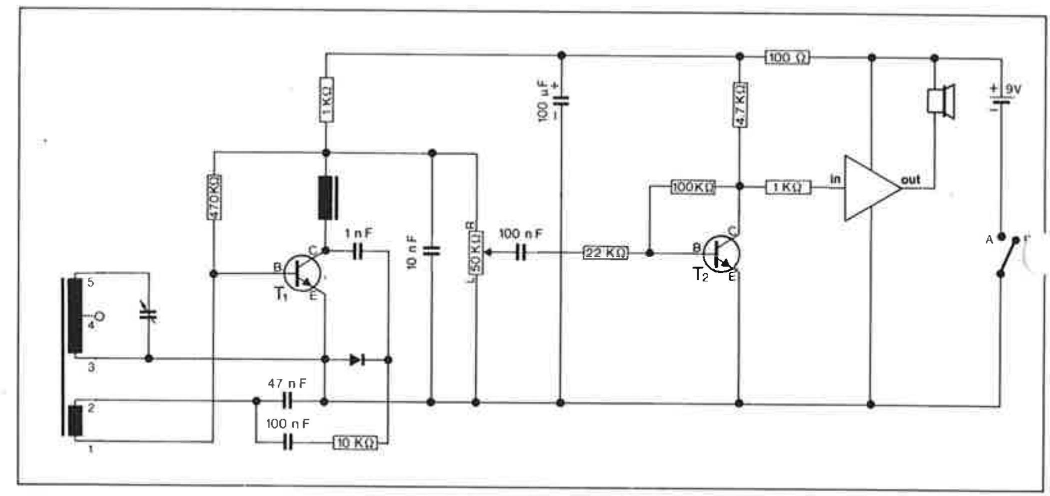
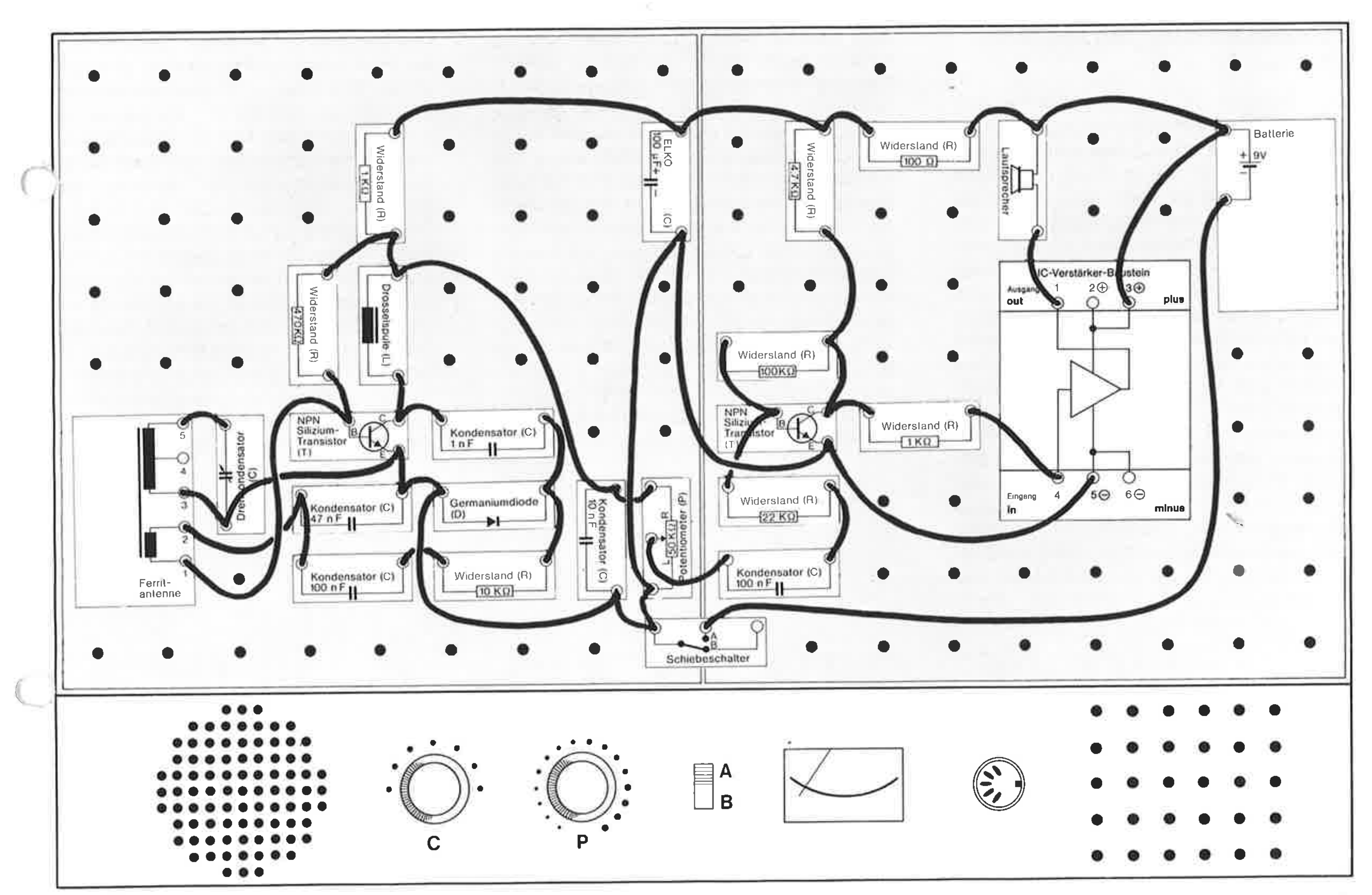


Abb. 12a


Widerstand (R)
1 KΩ
ELKO
100 µF
(C)
Widerstand (R)
4,7 KΩ
Widerstand (R)
100 Ω
Lautsprecher
Batterie
9V
Widerstand (R)
470 KΩ
Drosselspule (L)
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
plus
Eingang
in
minus
Widerstand (R)
100 KΩ
NPN Silizium-Transistor (T)
Kondensator (C)
1 nF
Widerstand (R)
1 KΩ
Drehkondensator (C)
Kondensator (C)
47 nF
Germaniumdiode (D)
Kondensator (C)
10 nF
Potentiometer (P)
50 KΩ
Widerstand (R)
22 KΩ
Kondensator (C)
100 nF
Widerstand (R)
10 KΩ
Kondensator (C)
100 nF
Ferrit-antenne
Schiebeschalter
C
P
A
B
Abb. 12b

Tonübertragung durch Licht

2070 + 2072 (+ 2060)

Bei modernen Fernsehgeräten ist es teilweise möglich, den eingebauten Lautsprecher abzuschalten und den zum Fernsehbild gehörenden Ton drahtlos über einen Kopfhörer zu empfangen. Aus unseren Experimenten mit Rundfunkempfängern wissen wir, daß normalerweise die Tonübertragung durch HF-Schwingungen erfolgt, die auf NF-Frequenzen moduliert sind. Dieses Verfahren wird jedoch in diesem Fall nicht angewandt. Es hätte Nachteile, denn wenn unser Nachbar ein ähnliches Sende- und Empfangsverfahren, jedoch einen anderen Fernsehkanal eingeschaltet hätte, wäre der „Tonsalat“ komplett. Statt dessen werden die Tonschwingungen durch Lichtimpulse übertragen. Man verwendet hierfür keine Glühbirnen, sondern das sogenannte Infrarot-Licht, welches vom menschlichen Auge nicht wahrgenommen wird. Auf der Frontseite des Fernsehers sind Infrarot-Leuchtdioden eingebaut, welche die Infrarot-Lichtstrahlen im Takt der Tonfrequenzen in den Raum abstrahlen. Im Kopfhörer ist ein kleiner Empfänger, der über einen Fototransistor das Infrarot-Licht empfängt, verstärkt und im Kopfhörer hörbar macht. Der Fototransistor reagiert dabei ähnlich wie der uns bekannte Foto-Widerstand. Da Lichtwellen keine Mauern durchdringen, ist eine Störung der Nachbarn nicht möglich.

Der folgende Versuch führt in die Technik der Tonübertragung durch Licht ein, zu welcher auch die Infrarot-Technik gehört. Anstelle einer speziellen Infrarot-Leuchtdiode und eines Fototransistors verwenden wir unsere normale Leuchtdiode (LED) und den Fotowiderstand (LDR).
Wir bauen diese Schaltung gemäß Aufbauplan 13b. Falls wir den Grundkasten 2060 zur Verfügung haben, können wir den Empfängerteil auf einer separaten Grundplatte aufbauen. Für die Zuleitungen zum Fotowiderstand verwenden wir etwas längere Drähte, damit der LDR aus der Schaltung herausgenommen werden kann. An die im Armaturenbrett eingebaute Normbuchse schließen wir mit dem Überspielkabel einen Cassetten-Recorder, Tonband- oder Radiogerät an.

Der „Sender“ wird mit dem Schiebeschalter (Stellung A) eingeschaltet. Wenn der angeschlossene Cassetten-Recorder ebenfalls in Betrieb ist, stellen wir das Potentiometer des Armaturenbretts so ein, daß unsere LED im Takt der übertragenen Tonfrequenzen sichtbar flackert. Je. schließen wir noch die Batterie des Empfängers an. Das IC-Poti bringen wir in eine mittlere Stellung. Wenn wir die LED dem LDR nähern, hören wir die durch Licht übertragenen Töne im Lautsprecher. LED und LDR sollten sich möglichst parallel gegenüberstehen. Auch sollten wir den Versuch in einem abgedunkelten Raum durchführen. Wenn wir die Entfernung zwischen LDR und LED ändern, stellen wir die Reichweite unseres Licht-Ton-Senders und

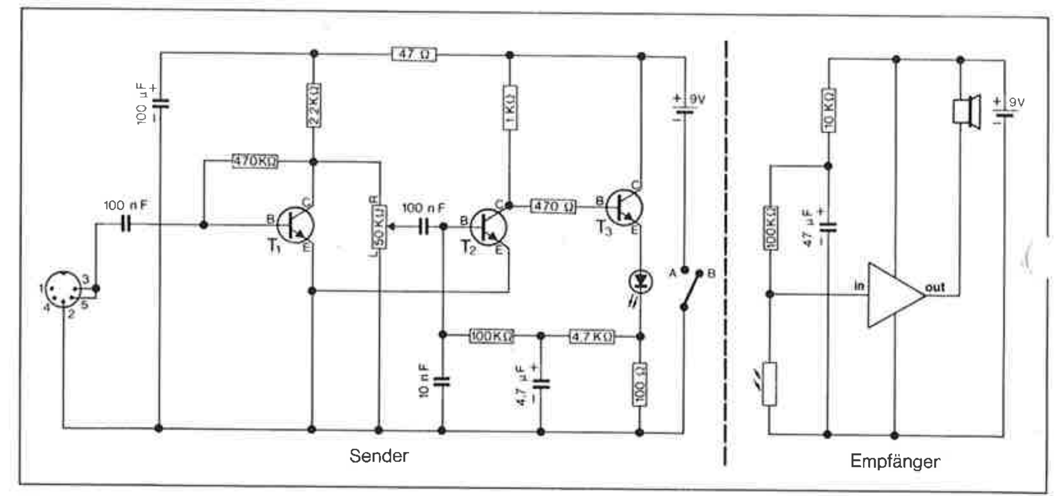


Abb. 13a

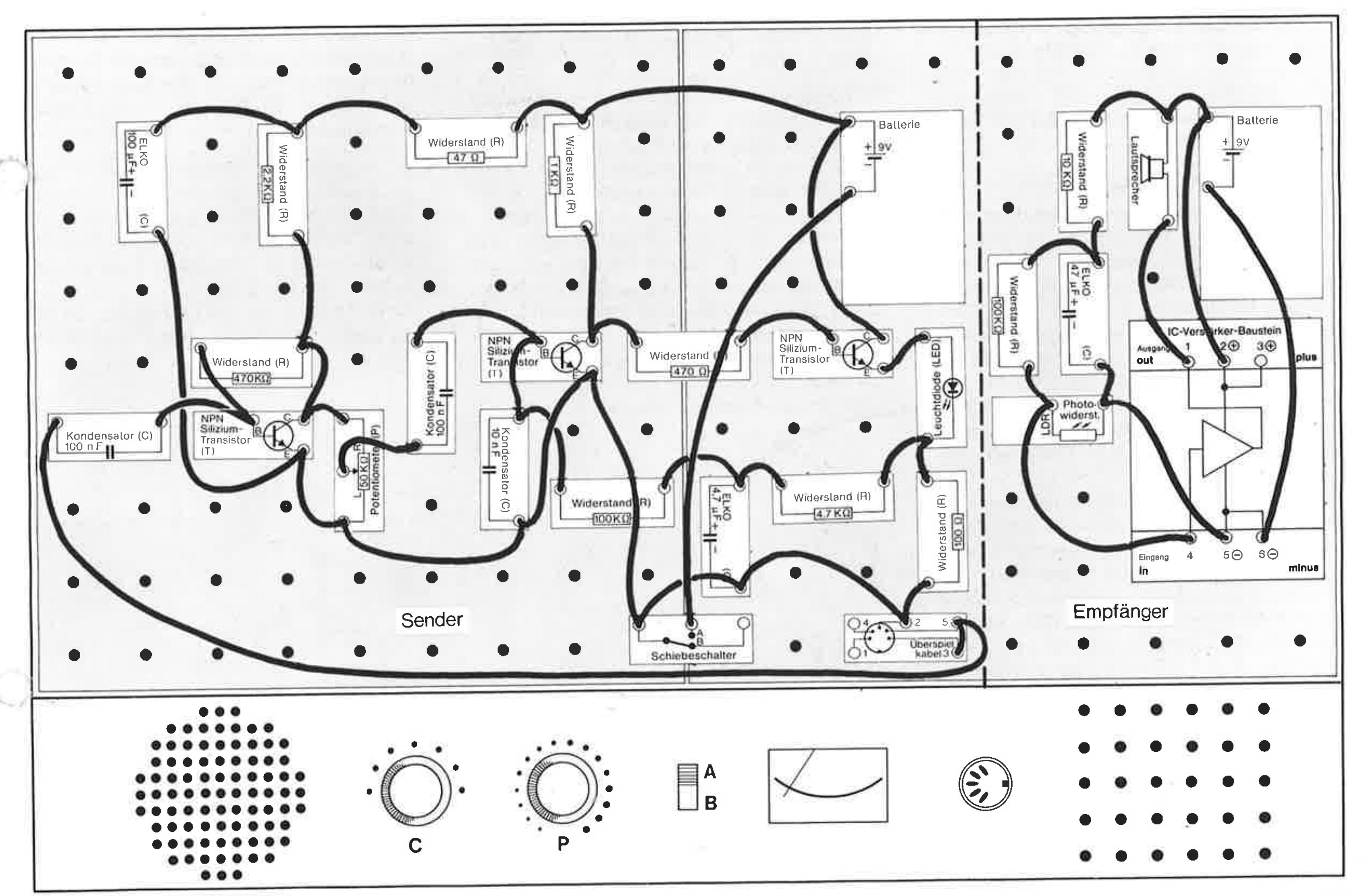

Sender
Empfänger
ELKO 100 µF
Widerstand (R) 2,2 KΩ
Widerstand (R) 47 Ω
Widerstand (R) 1 KΩ
Ballerie 9V
Widerstand (R) 10 KΩ
Lautsprecher
Balterie 9V
Widerstand (R) 470KΩ
Kondensator (C) 100 n F
NPN Silizium-Transistor (T)
Potentiometer (P) 50 KΩ
Kondensator (C) 100 n F
Kondensator (C) 10 n F
Widerstand (R) 100KΩ
Widerstand (R) 470 Ω
ELKO 4,7 µF
Widerstand (R) 4,7 KΩ
Leuchtdiode (LED)
Widerstand (R) 100 Ω
Widerstand (R) 100KΩ
ELKO 47 µF
Photo-widerst.
LDR
IC-Verstärker-Baustein
out
plus
in
minus
Schiebeschalter
Überspielkabel 3
A
B
C
P

Abb. 13b

Empfängers fest, die ungefähr bei 30 cm liegen dürfte. Hätten wir anstelle der rot leuchtenden LED eine Infrarotdiode und einen hierauf abgestimmten Fototransistor, würde sich die Reichweite erheblich vergrößern.

Wie funktioniert diese Schaltung?

Das NF-Signal gelangt von der Normbuchse über den 100 nF-Kondensator zur Basis des Transistors T 1. Das von T 1 verstärkte Signal kommt über das Potentiometer zu der aus T 2 und T 3 bestehenden Verstärkerstufe und wird an die LED weitergegeben. Das menschliche Auge stellt nur ein unruhiges Flackern der LED fest. In Wirklichkeit gibt die LED pro Sekunde mehrere Tausend Lichtimpulse ab, denn sie „flackert" im Takt der NF-Schwingungen.
Die Empfänger-Schaltung erhält über den aus einem 10 K Ω-, 100 K Ω- und Foto-Widerstand bestehenden Spannungsteiler eine Eingangsspannung. Diese Eingangsspannung ändert sich, je nachdem wieviel Licht auf den Fotowiderstand fällt. Die vom IC verstärkten Signale gelangen zum Lautsprecher. Der 47 µF-Kondensator verhindert, daß die Empfängerschaltung ins Schwingen gerät.

Achtung!
Da im Empfangsteil kein Schalter eingebaut ist, muß die Batterie nach Beendigung des Versuchs abgeklemmt werden.

Alarmanlage mit Panik-Sound
2070 + 2072

Mit dieser Alarmanlage haben wir die Möglichkeit, einen Raum (oder Gegenstand) in doppelter Weise abzusichern:
1. durch eine Lichtschranke,
2. durch eine Sicherungsschleife.
Das gemäß Aufbauplan 14b montierte Gerät ist in Schiebeschalterstellung A betriebsbereit. Die Raumhelligkeit wird am Potentiometer des Armaturenbretts eingestellt. Wird die Fotozelle von einem Lichtstrahl getroffen, bzw. die zwischen Fotozelle und Potentiometer installierte Alarmschleife unterbrochen, ertönt ein durchdringender Alarmton. Zuvor muß das IC-Potentiometer soweit zurückgedreht werden, daß ohne Alarmauslösung noch kein Ton erzeugt wird. Mit der Taste kann das ausgelöste Alarm-Signal zurückgesetzt werden.

Diese Schaltung kennen wir aus dem Anleitungsbuch 2070, Seite 50. Der Transistor T 1 bildet in Verbindung mit Potentiometer und Fotowiderstand den LDR-Steuerteil. Wird T 1 durch Alarmauslösung gesperrt, wirken die Transistoren T 2 und T 3 als Tongenerator. Die dort erzeugten Schwingungen werden über den IC verstärkt an den Lautsprecher weitergeleitet.

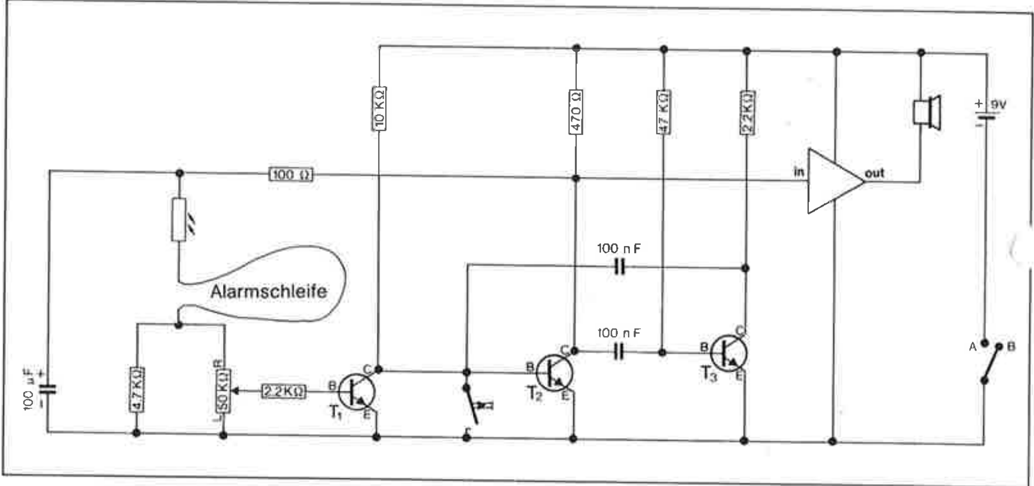


Abb. 14a

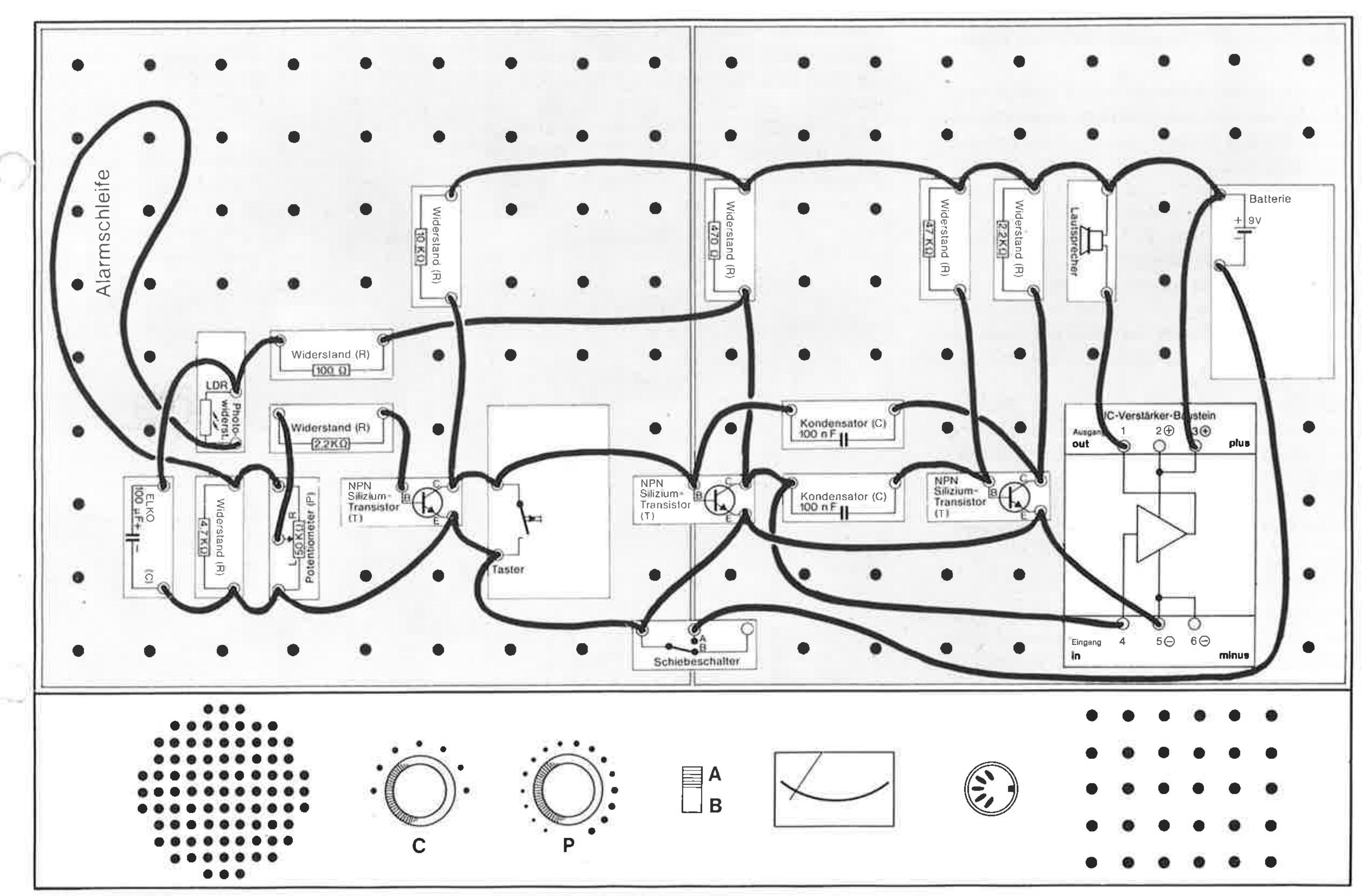

Alarmschleife
Widerstand (R)
10 KΩ
Widerstand (R)
470 Ω
Widerstand (R)
47 KΩ
Widerstand (R)
2,2 KΩ
Lautsprecher
Batterie
9V
Widerstand (R)
100 Ω
LDR
Photo-widerst.
Widerstand (R)
2,2 KΩ
Kondensator (C)
100 n F
IC-Verstärker-Baustein
out
plus
ELKO
100 µF
Widerstand (R)
4,7 KΩ
Potentiometer (P)
50 KΩ
NPN Silizium-Transistor (T)
Taster
NPN Silizium-Transistor (T)
Kondensator (C)
100 n F
NPN Silizium-Transistor (T)
Eingang
in
minus
Schiebeschalter
C
P
A
B

Abb. 14b

Akustische Regenwarnanlage

2070 + 2072

Eine einfache optische Regenwarnanlage kennen wir aus dem Anleitungsbuch 2070, Seite 14. Wir wollen dieses Gerät durch eine etwas aufwendigere Schaltung gemäß Aufbauplan 17b zu einer richtig funktionierenden Warnanlage umbauen. Die Feuchtigkeitsfühler, d. h. ein ca. 3 Meter langes, doppeladriges Kabel führen wir wieder zu unserem kleinen „Prüfelement" (siehe Abbildung 15). Wird der Löschpapierstreifen durch Regentropfen feucht, ertönt aus dem Lautsprecher ein unüberhörbarer Warnton.

Wir können unsere Gerät auch als Wasserstands-Füllwarnanlage gemäß Abbildung 16 einsetzen. Sobald das zu überprüfende Gefäß (z. B. Badewanne) bis zur vorgesehenen Füllhöhe vollgelaufen ist, ertönt ein in der ganzen Wohnung hörbarer Warnton.

Wie funktioniert diese Schaltung?

Die aus T 1 und T 2 bestehende Transistor-Schaltung haben wir beim Versuch „Sensortaste" im Anleitungsbuch 2070, Seite 13, kennengelernt. Der 470 K Ω Widerstand gibt eine negative Vorspannung an die Basis von T 1, so daß diese Darlington-Stufe nur dann leitend wird, wenn eine positive Spannung an die Basis von T 1 gelangt. Ohne den 470 K Ω Widerstand würde die Gefahr bestehen, daß T 1 und T 2 nicht sperren. Ein ständiger Dauerton wäre die Folge. Die Transistoren T 3 und T 4 sind als Multivibrator geschaltet, welcher jedoch nur dann arbeitet, wenn an die Basis von T 3 über den Transistor T 2 eine positive Spannung (gegenüber dem Emitter von T 3) gelangt. Das vom Multivibrator erzeugte Tonsignal wird über den IC verstärkt an den Lautsprecher weitergegeben.

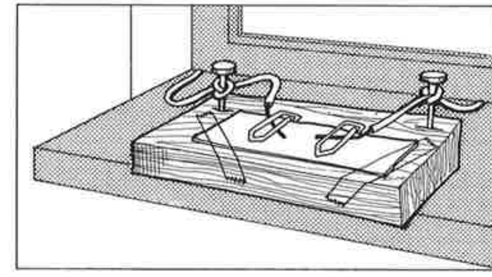


Abb. 15

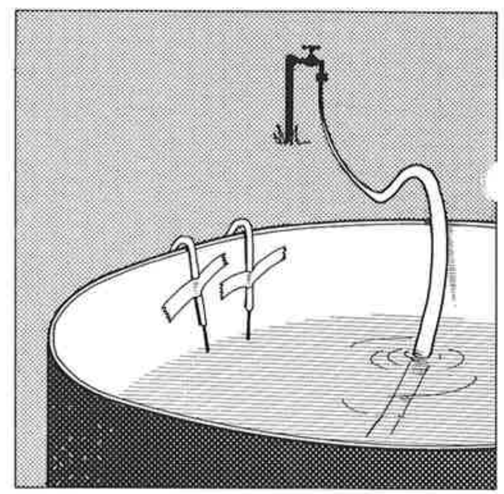


Abb. 16

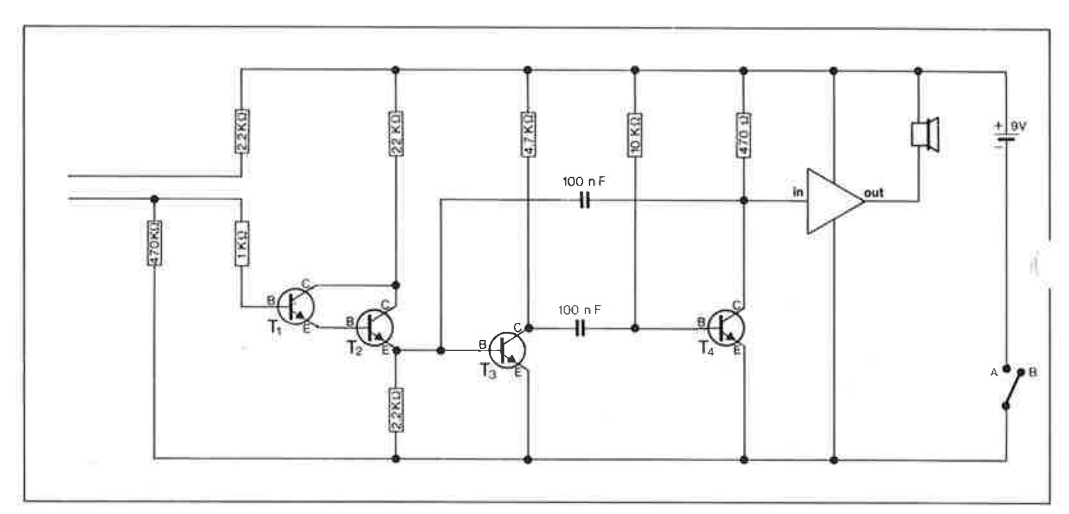


Abb. 17a

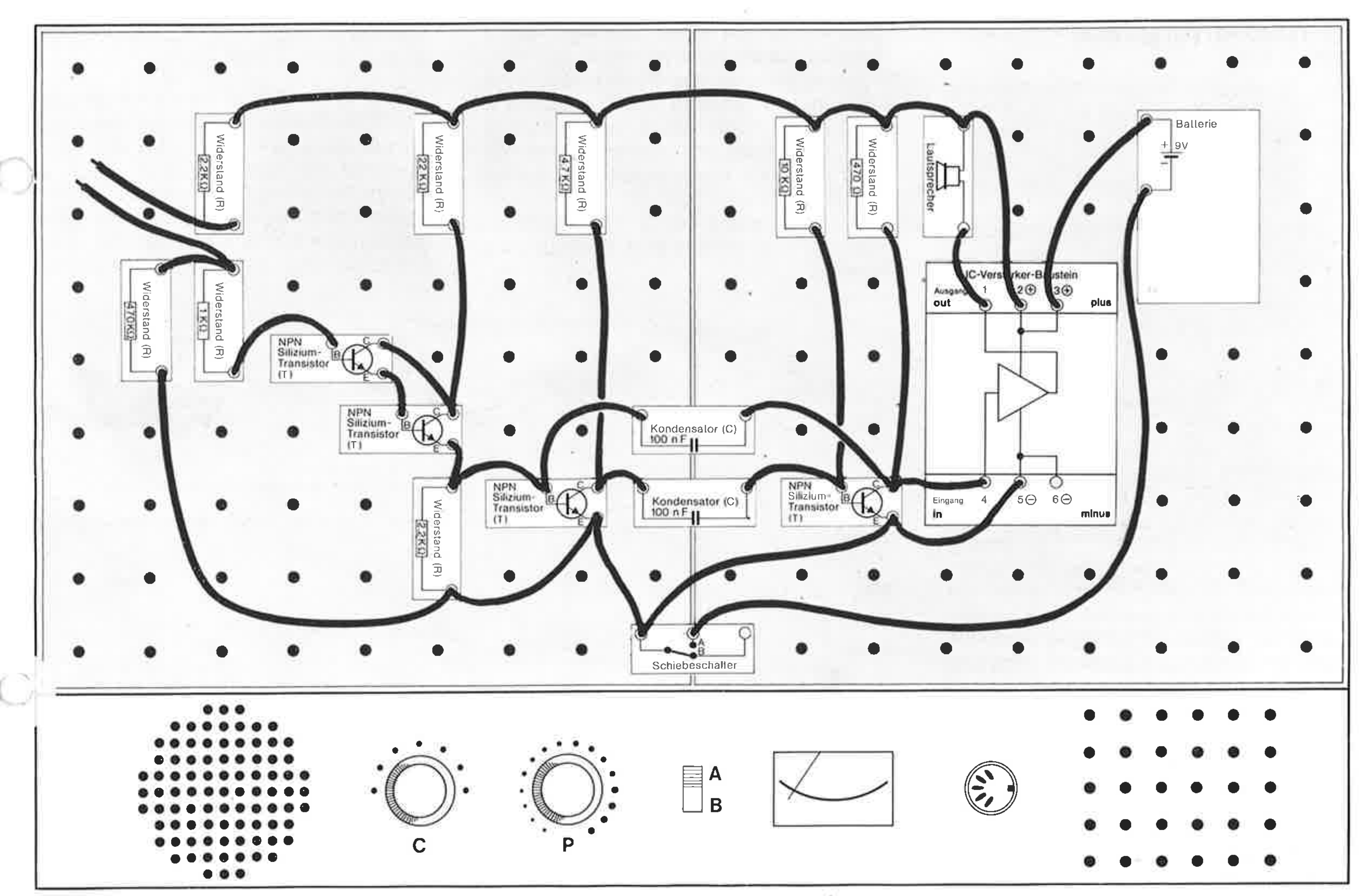

Widerstand (R)
2,2 KΩ
22 KΩ
4,7 KΩ
10 KΩ
470 Ω
470 KΩ
1 KΩ
Lautsprecher
Ballerie
9V
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
plus
Eingang
in
minus
NPN Silizium-Transistor (T)
Kondensalor (C) 100 n F
Kondensator (C) 100 n F
Schiebeschalter
A
B
C
P

Abb. 17b

IC-Telefon-Verstärker
2070 + 2072

Eine 3-Transistor-Telefon-Mithörschaltung wurde im Anleitungsbuch 2070 auf Seite 120 beschrieben. Eine wesentlich empfindlichere Verstärkerschaltung ergibt sich nun mit dem IC-Baustein gemäß Aufbauplan 18b.

Unser Gerät ist wie üblich in Schiebeschalterstellung A betriebsbereit. Bringen wir die durch entsprechende Drahtverlängerung aus der Schaltung herausführende Ferritantenne (die wir als Spule verwenden) von außen an eine günstige Stelle eines Telefonapparats oder in unmittelbare Nähe der Telefonzuleitung (durch Versuche zu ermitteln) können wir Telefongespräche sehr laut mithören. Derartige Telefonverstärker werden vor allem in Büros eingesetzt, damit ggf. mehrere Personen wichtige Gespräche mithören können.

Wir verweisen in diesem Zusammenhang auf die Bestimmungen der Deutschen Bundespost, wonach das „Anzapfen" von Telefonleitungen verboten ist, und Telefonverstärker gebührenpflichtig anzumelden sind. Wir dürfen daher unsere Versuche nur an Haustelefon-Anlagen oder an Lautsprecher – bzw. Kopfhörerleitungen ausprobieren.

Beim Vergleich mit der früheren Schaltung können wir wieder feststellen, daß unser Gerät durch Einsatz der IC-Technik wesentlich einfacher, dabei jedoch erheblich empfindlicher geworden ist. Das im IC-Baustein eingebaute Poti müssen wir so einjustieren, daß keine Pfeiftöne durch Rückkopplung entstehen. Wenn wir anstelle einer Batterie das BUSCH-Netzgerät 2059 verwenden, darf die Ferritantenne nicht in der Nähe dieses Transformators sein, weil sonst ein starker Brummton (durch die im Transformator fließenden Wechselströme) entstehen.

Diese Schaltung kann für den folgenden Versuch fast unverändert übernommen werden.

Abhöranlage mit IC-Verstärker
2070 + 2072 (+ 2060)

Wenn wir den Grund- bzw. Ergänzungskasten 2060 besitzen, können wir anstelle der Ferritantenne am 10 µF-Elko einen Lautsprecher (als Mikrofon) anschließen. Di übrige Schaltung bleibt gemäß Abb. 18b unverändert bestehen. Damit steht uns ein hochempfindliches Gerät für eine akustische Raumüberwachung zur Verfügung.



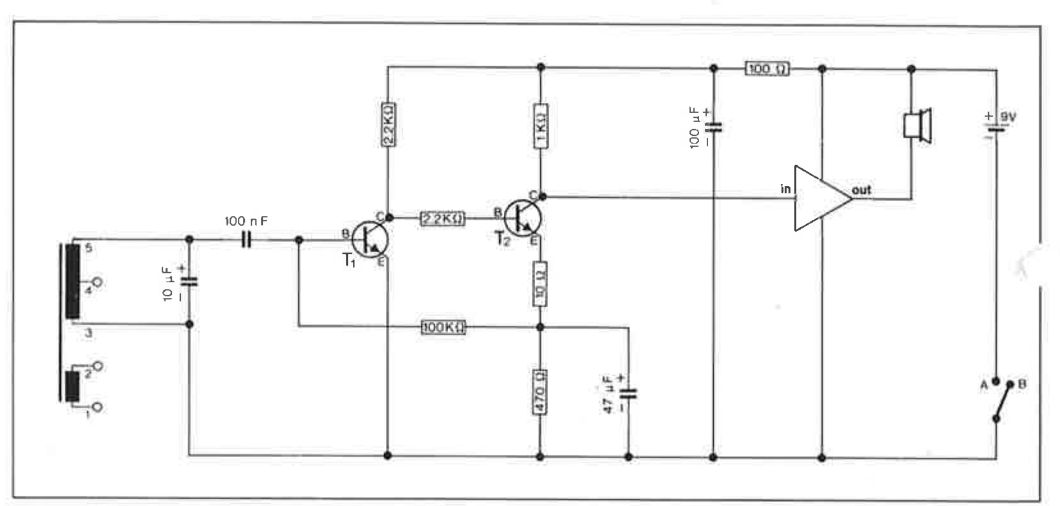
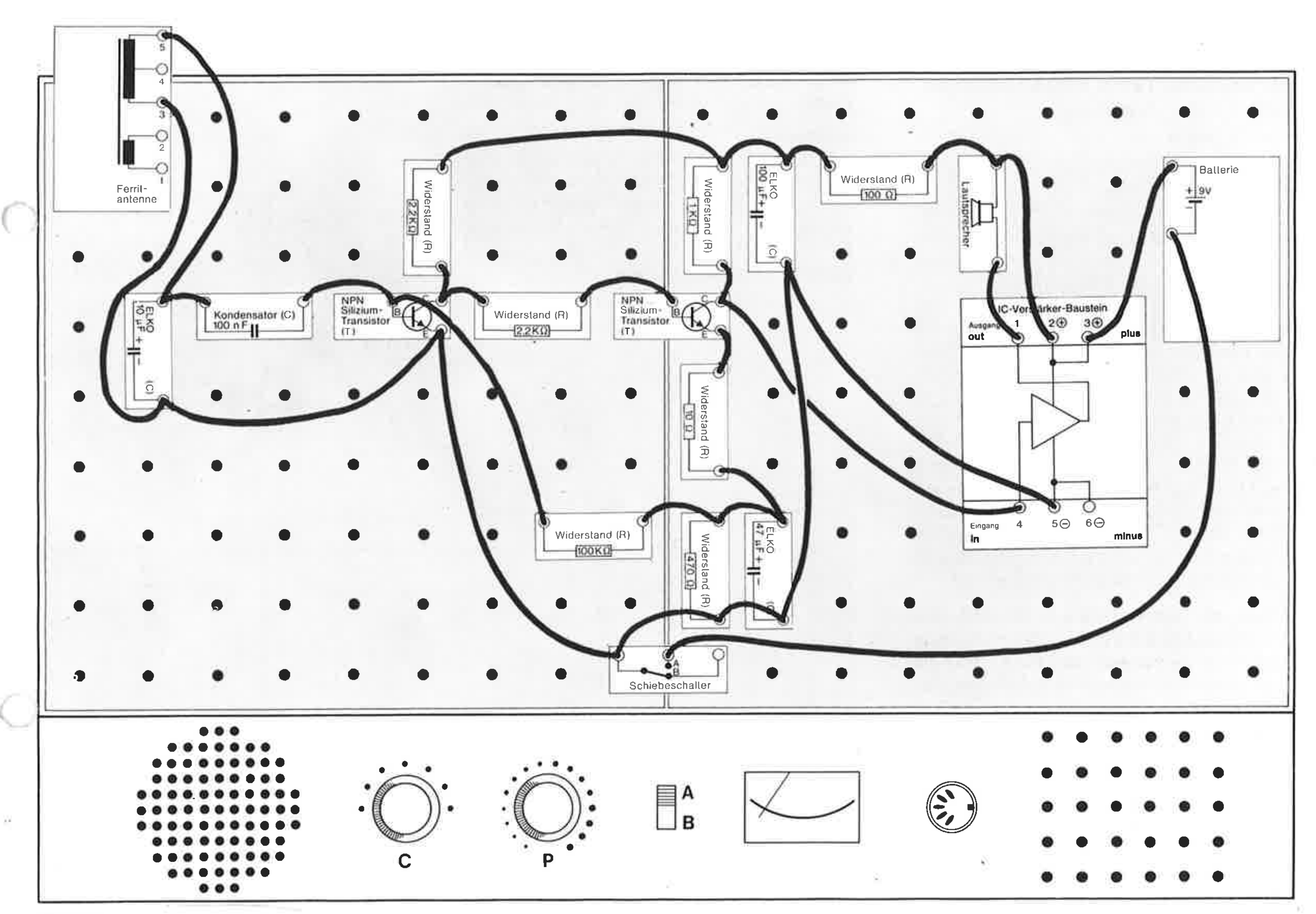


Abb. 18a



Ferrit-antenne
ELKO 10 µF
Kondensator (C) 100 nF
NPN Silizium-Transistor (T)
Widerstand (R) 2,2 KΩ
Widerstand (R) 2,2 KΩ
NPN Silizium-Transistor (T)
Widerstand (R) 1 KΩ
ELKO 100 µF
Widerstand (R) 100 Ω
Lautsprecher
Batterie 9V
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang out
plus
Eingang in
minus
Widerstand (R) 10 Ω
Widerstand (R) 100 KΩ
Widerstand (R) 470 Ω
ELKO 47 µF
Schiebeschalter
C
P
A
B

Abb. 18b

Lichtgesteuerte Vibrato-Orgel mit IC-Verstärkung

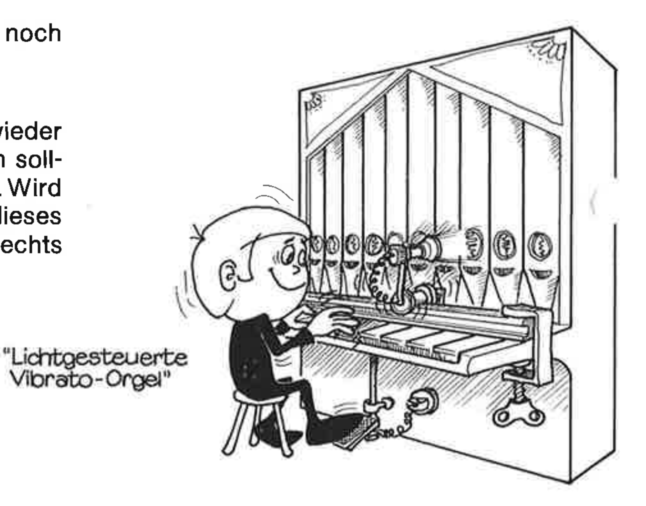
2070 + 2072

Diese Schaltung ist eine Erweiterung der lichtgesteuerten Orgel von Seite 53 des Anleitungsbuches 2070. Durch den IC-Verstärker ergibt sich bei unserem neuen Gerät gemäß Aufbauplan 19b ein typischer, voller Orgelton mit Vibrato-Effekt.

Nach dem Einschalten des Geräts betätigen wir mit der rechten Hand die Taste, während die linke Hand je nach Entfernung zum LDR für den unterschiedlichen Lichteinfall sorgt. Die Töne werden um so tiefer, je weniger Licht auf den LDR einfallen kann, weil sich hierdurch der Widerstand des LDR vergrößert. Das IC-Potentiometer dient zur Lautstärkeeinstellung. Ein eventueller Pfeifton zeigt an, daß das Eingangs-Signal am IC zu hoch ist, d. h., daß das IC-Poti etwas zurückgedreht werden muß.

Wenn wir den Schaltplan 19a mit dem Schaltplan 66a auf Seite 53 des Anleitungsbuches 2070 vergleichen, sehen wir, daß sich wieder ein Vibrato-Teil durch die Transistoren T 1 und T 2 ergibt, und einen Ton-Multivibrator durch die Transistoren T 3 und T 4. Der IC-Baustein ist als zusätzlicher NF-Verstärker hinzugekommen. Außerdem finden wir einen bisher nicht verwendeten 0,1 nF-Kondensator, der lediglich die Aufgabe hat, die im Vibrato-Teil entstehenden Schaltimpulse (Knacks im Lautsprecher) auszufiltern. Wird der 0,1 nF-Kondensator überbrückt, wird der Orgelton noch lauter.

Achtung!
Für diese Versuche benötigen wir wieder 2 Batterien, die abgeklemmt werden sollten, wenn das Gerät außer Betrieb ist. Wird ein Netzteil verwendet, dann sollte dieses am IC-Verstärker (Aufbauplan rechts außen) eingesetzt werden.



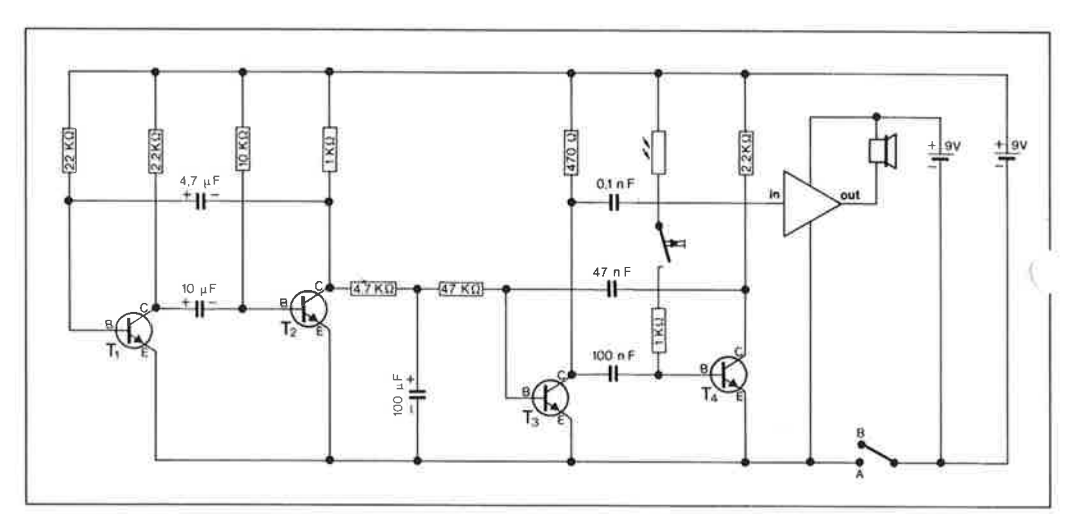


Abb. 19a

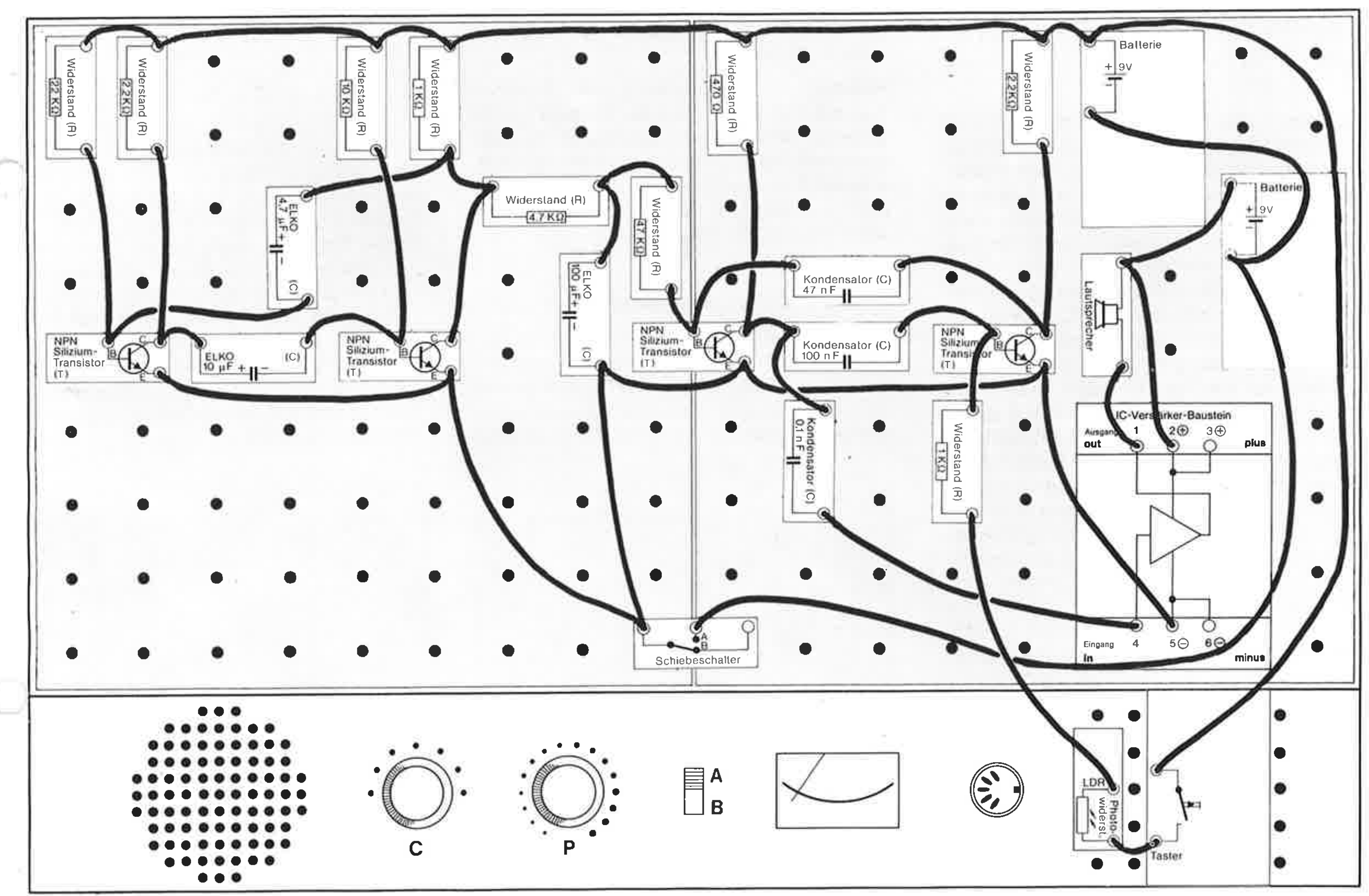

Widerstand (R)
22 KΩ
Widerstand (R)
22 KΩ
Widerstand (R)
10 KΩ
Widerstand (R)
1 KΩ
Widerstand (R)
470 Ω
Widerstand (R)
2,2 KΩ
Batterie
9V
Batterie
9V
ELKO
4,7 µF
(C)
Widerstand (R)
4,7 KΩ
Widerstand (R)
47 KΩ
ELKO
100 µF
(C)
Kondensator (C)
47 nF
Kondensator (C)
100 nF
Lautsprecher
NPN
Silizium-
Transistor
(T)
ELKO
10 µF
(C)
Kondensator (C)
0,1 nF
Widerstand (R)
1 KΩ
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
1
2⊕
3⊕
plus
Eingang
in
4
5⊖
6⊖
minus
Schiebeschalter
A
B
C
P
LDR
Photo-
widerst.
Taster

Abb. 19b

Elektronische Gitarre mit Hall-Effekt

2070 + 2072

Nachdem wir bei elektronischen Musik-Instrumenten sind, bauen wir uns jetzt eine elektronische Gitarre gemäß Aufbauplan 20b. Die zum 1 K Ω Widerstand führende punktierte Linie (kurzer Nachhall) wird nicht angeschlossen. Unser Instrument ist in Schiebeschalterstellung A betriebsbereit. Nun müssen wir das Eingangs-Signal am IC-Verstärker noch richtig justieren. Das IC-Poti steht zunächst in der lautesten Verstärker-Stellung (also am rechten Anschlag). Bei gedrückter Taste drehen wir das Poti sehr langsam in Richtung des linken Anschlags. Trotz des Zurückdrehens bleibt der Ton konstant laut. An der Stelle, an welcher wir ein Zurückgehen der Lautstärke feststellen, ist der Verstärker richtig justiert. Wenn wir jetzt die Taste loslassen, schwingt der Ton langsam aus. Die eigentliche Tonhöhe wird am Potentiometer des Armaturenbretts eingestellt. Bedienen wir jetzt mit der rechten Hand den Taster und mit der linken Hand die Tonhöhen-Einstellung, ergibt sich vor allem bei den tieferen Tonlagen der typische Gitarrenklang. Nach kurzer Übungszeit können kleine Melodien gespielt werden. Eine wesentliche Tonverbesserung ergibt sich, wenn anstelle des eingebauten Lautsprechers eine externe Lautsprecherbox angeschlossen wird.

Elektronisches Spinett

2070 + 2072

Wenn wir in der Schaltung gemäß Abbildungen 20a und b nun die zu dem 1 K Ω Widerstand führende punktierte Verbindungsleitung herstellen, wird der Nachhall erheblich verkürzt. Unser Gerät erzeugt jetzt (vor allem in höheren Tonlagen) ein spinettähnliches Klangbild.

Wie funktioniert diese Schaltung?

Eine sehr ähnliche Schaltung wurde im Anleitungsbuch 2070 auf Seite 96 beschrieben. Die Transistoren T 1 – T 3 arbeiten als Tongenerator nach dem Hysterese-Prinzip. Bei gedrückter Taste gelangt das Tonsignal (Wechselspannung) über den 47 K Ω Widerstand an die Basis von T 4. Gleichzeitig entlädt sich der 100 nF-Kondensator über die Taste und den 47 k Ω Widerstand. Nach Loslassen des Tasters lädt sich der 100 nF-Kondensator erneut langsam auf, wodurch sich die Basis-Spannung an T 4 immer weiter verringert, d. h., T 4 sperrt langsam die Emitter-Collector-Strecke. Das zum IC führende Eingangs-Signal wird immer geringer, der Ton klingt langsam aus. Die 47 µF- und 100 µF-Elkos verhindern in Verbindung mit dem 10 Ω Widerstand und dem Glühbirnchen ein Schwingen (Rückkopplung) der Schaltung. Durch die im Vergleich zur früheren Schaltung zusätzliche IC-Verstärkung ergibt sich ein erheblich lauteres und volleres Klangbild.

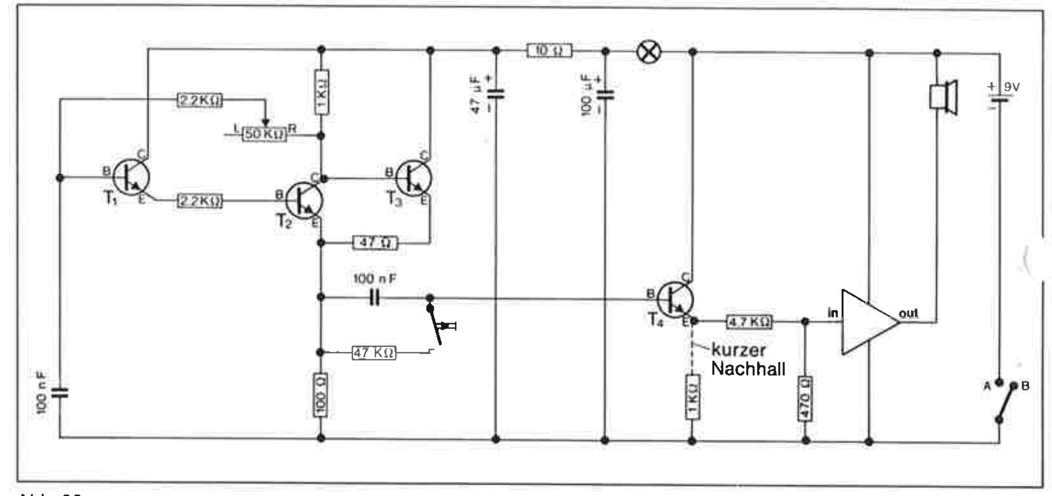
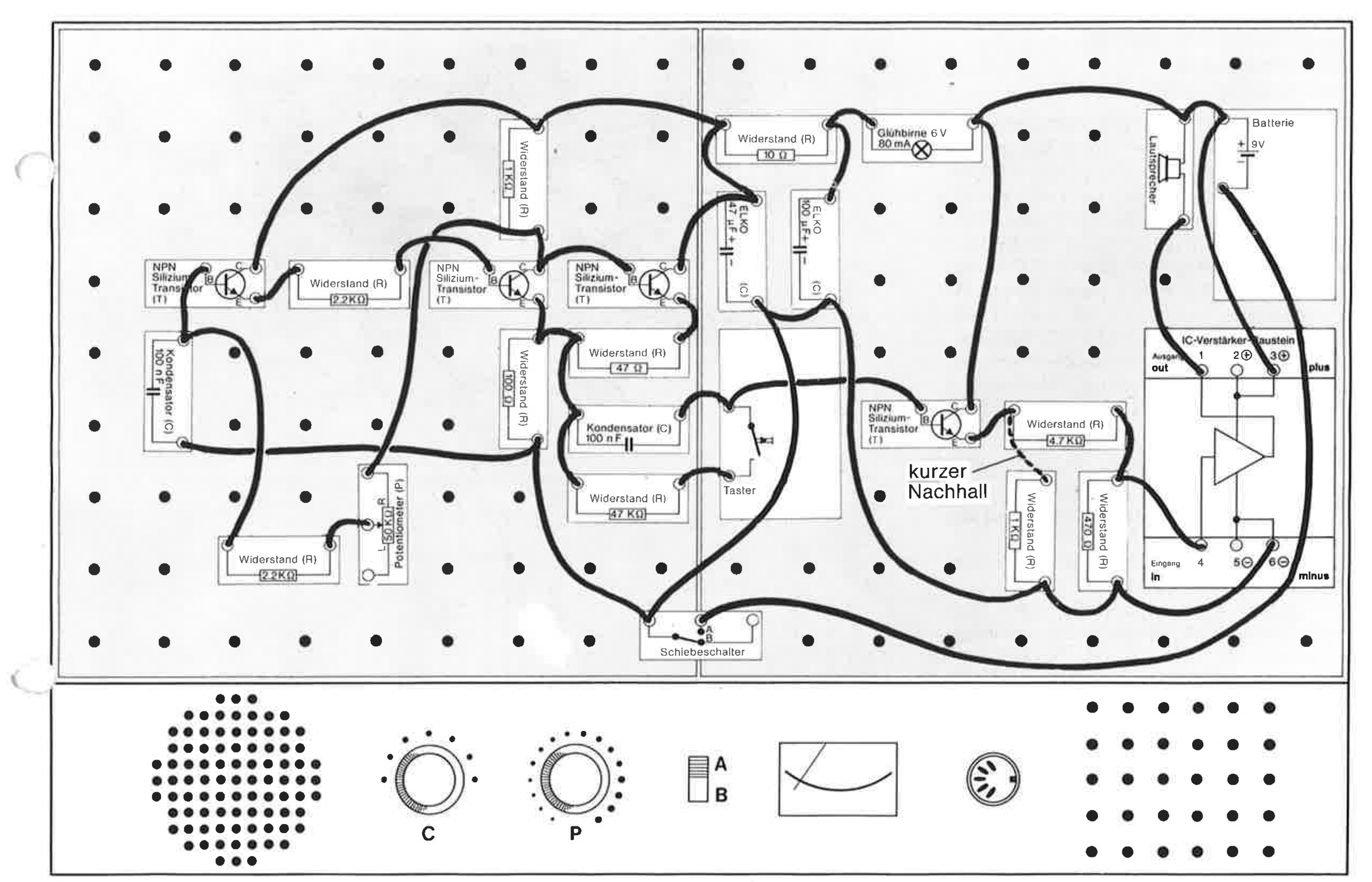


Abb. 20a



NPN Silizium-Transistor (T)
Widerstand (R) 2,2KΩ
Widerstand (R) 1 KΩ
Widerstand (R) 10 Ω
Glühbirne 6 V 80 mA
Lautsprecher
Batterie 9V
ELKO 47 µF
ELKO 100 µF
Kondensator (C) 100 n F
Widerstand (R) 100 Ω
Widerstand (R) 47 Ω
Kondensator (C) 100 n F
Widerstand (R) 47 KΩ
Taster
Potentiometer (P) 50 KΩ
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang out
plus
Eingang in
minus
Widerstand (R) 4,7 KΩ
kurzer Nachhall
Widerstand (R) 470 Ω
Schiebeschalter
C
P
A
B

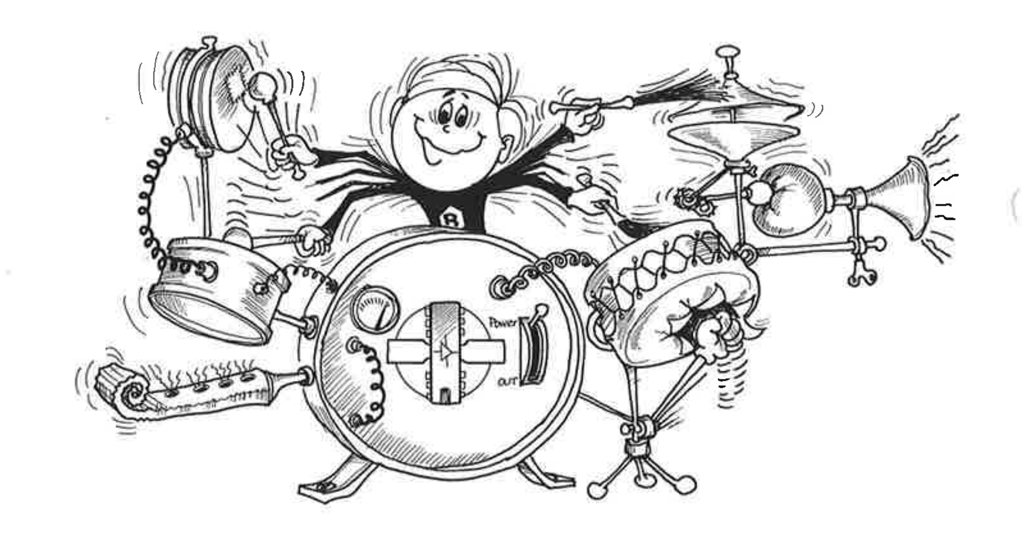
Abb. 20b

Rhythmus-Gerät mit IC-Verstärker

2070 + 2072 (+ 2060)

Zum Abschluß der Musikgeräteschaltungen bauen wir das Rhythmus-Gerät gemäß Aufbauplan 21b. Auch diese Schaltung ist eine Weiterentwicklung des Geräts, welches wir mit größerem Aufwand und geringerer Leistung im Anleitungsbuch 2070 auf Seite 137 kennengelernt haben. Waren damals 5 Transistoren und wesentlich mehr Bauelemente notwendig, erreichen wir jetzt ein besseres Resultat mit 3 Transistoren und unserer IC-Verstärkerschaltung. Eine ausführliche Schaltungsbeschreibung finden wir auf Seite 92 des Anleitungsbuches 2070.

Für das betriebsfertige Gerät haben wir folgende Bedienungsmöglichkeiten:
Am Poti des IC-Verstärkers können wir die Lautstärke einstellen.
Das Poti am Armaturenbrett ist für den Rauscheinsatz zuständig.
Am großen Potentiometer-Baustein (aus dem Kasten 2060) wird die Geschwindigkeit geregelt.
Sollte das Poti aus Kasten 2060 nicht vorhanden sein, setzen wir an diese Stelle einen 4,7 K Ω Widerstand. Wenn wir gegen 22 K Ω oder 47 K Ω Widerstände austauschen, ist ebenfalls eine Geschwindigkeitsregelung möglich.



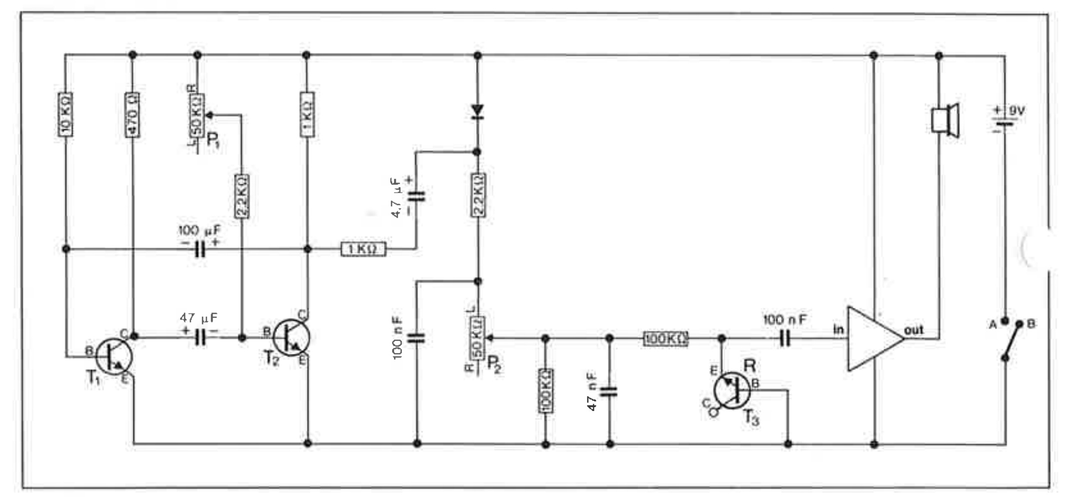
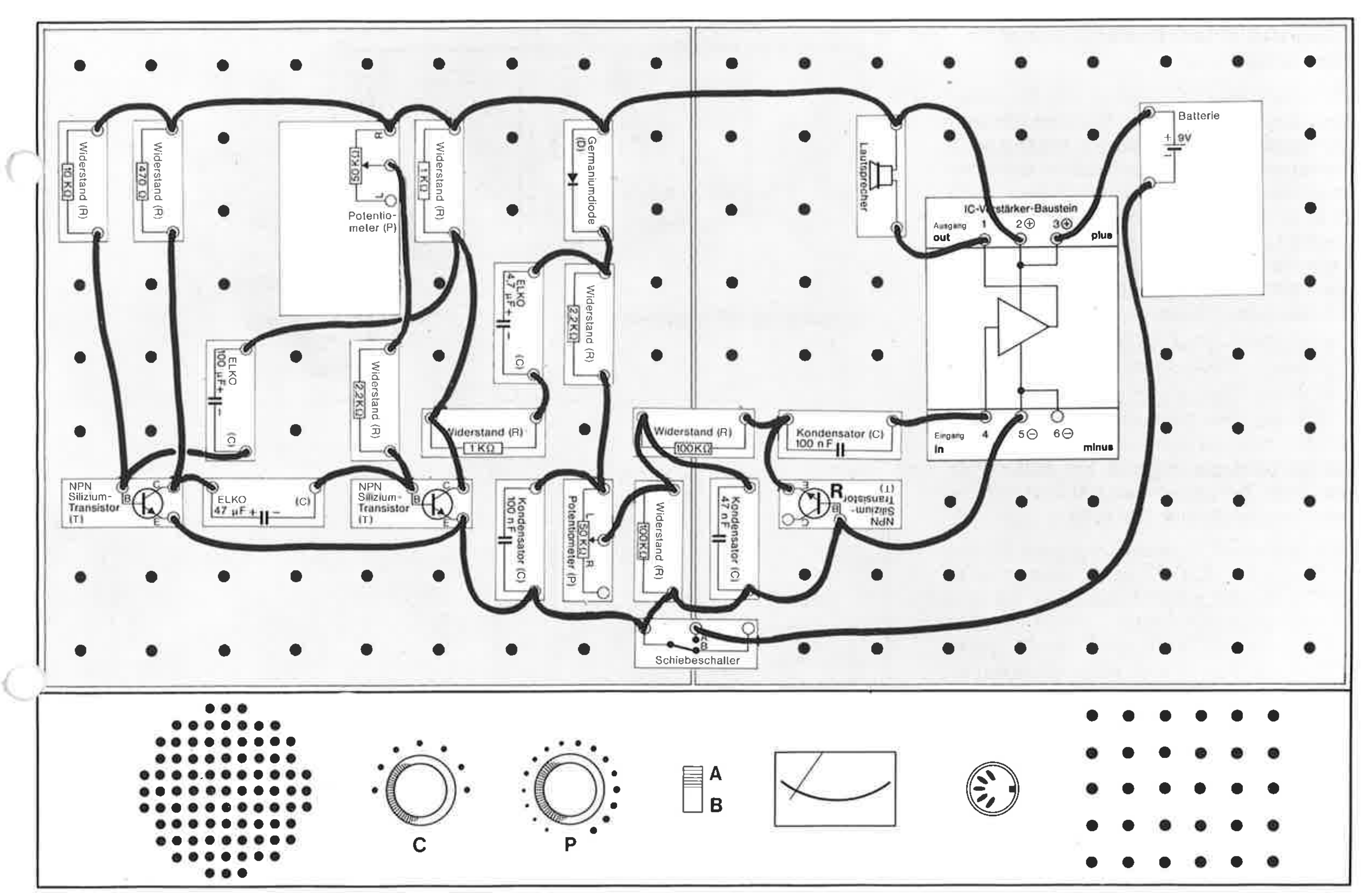


Abb. 21a



Widerstand (R)
10 KΩ
Widerstand (R)
470 Ω
Potentiometer (P)
50 KΩ
Widerstand (R)
1 KΩ
Germaniumdiode (D)
Lautsprecher
Batterie
9V
IC-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
1
2⊕
3⊕
plus
Eingang
in
4
5⊖
6⊖
minus
ELKO
4,7 µF
Widerstand (R)
2,2 KΩ
ELKO
100 µF
Widerstand (R)
2,2 KΩ
Widerstand (R)
1 KΩ
Widerstand (R)
100 KΩ
Kondensator (C)
100 n F
NPN Silizium-Transistor (T)
ELKO
47 µF
NPN Silizium-Transistor (T)
Kondensator (C)
100 n F
Potentiometer (P)
50 KΩ
Widerstand (R)
100 KΩ
Kondensator (C)
47 n F
NPN Silizium-Transistor (T)
Schiebeschalter
A
B
C
P

Abb. 21b

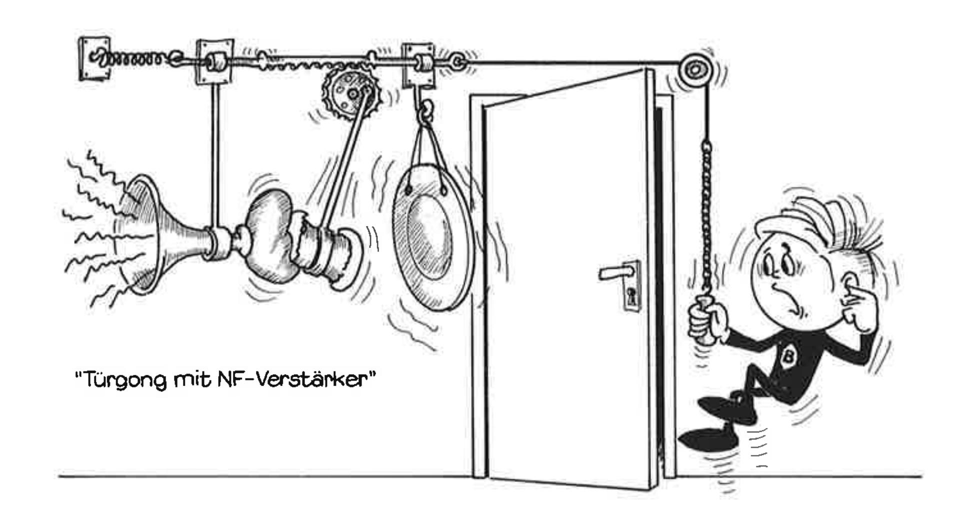
Türgong mit NF-Verstärker

2070 + 2072

Der elektronische Türgong war (im Anleitungsbuch 2070, Seite 140) eine der aufwendigsten Schaltungen, für welche wir 6 Transistoren und einen Großteil der vorhandenen Bauelemente benötigten. Auch in diesem Fall erreichen wir mit dem Aufbauplan 22b mit nur 4 Transistoren und weniger Bausteinen, dafür jedoch in Verbindung mit dem IC-Verstärker einen wesentlich besseren Effekt.

Bei Inbetriebnahme dient das Armaturenbrett-Poti zur Tonhöheneinstellung. Das IC-Poti sollte nicht zu laut einjustiert werden, weil sonst das Gehäuse des Electronic-Studios mitschwingt und den Ton verzerrt. Bei Tastendruck erklingt ein heller Ton, dem beim Zurücknehmen der Taste ein tieferer, ausklingender Ton folgt.

Vergleichen wir unseren Schaltplan 22a mit der Schaltung 20a. Beide Schaltungen sind fast identisch. Lediglich der Taster hat eine andere Anschlußposition erhalten. Dies bewirkt, daß bei Tastendruck der Tongenerator durch den 47 K Ω Widerstand auf einer anderen Frequenz schwingt, die sich bei Anheben der Taste (und damit Abklemmen des 47 K Ω Widerstandes) ändert. Die übrige Schaltungsfunktion entspricht im wesentlichen der Beschreibung beim „Elektronischen Spinett“.



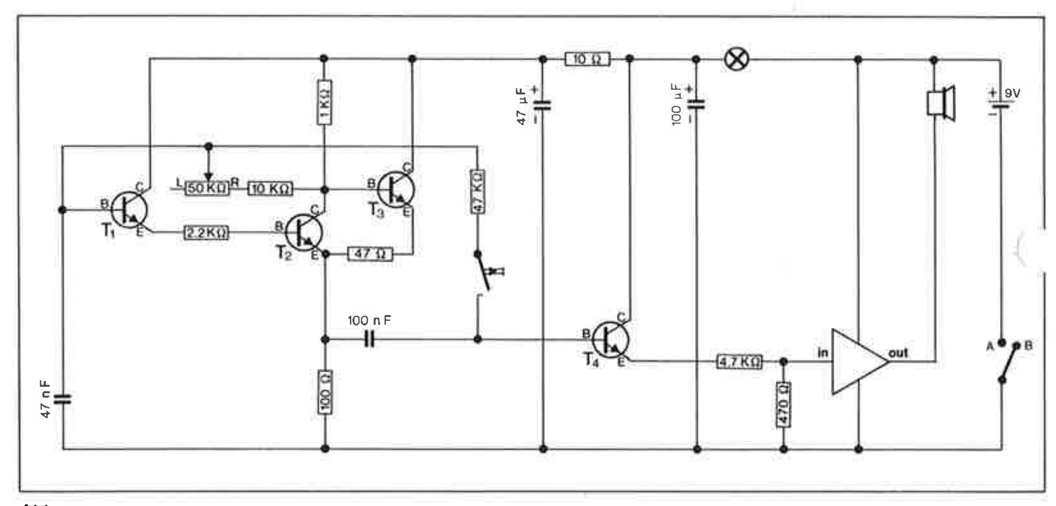
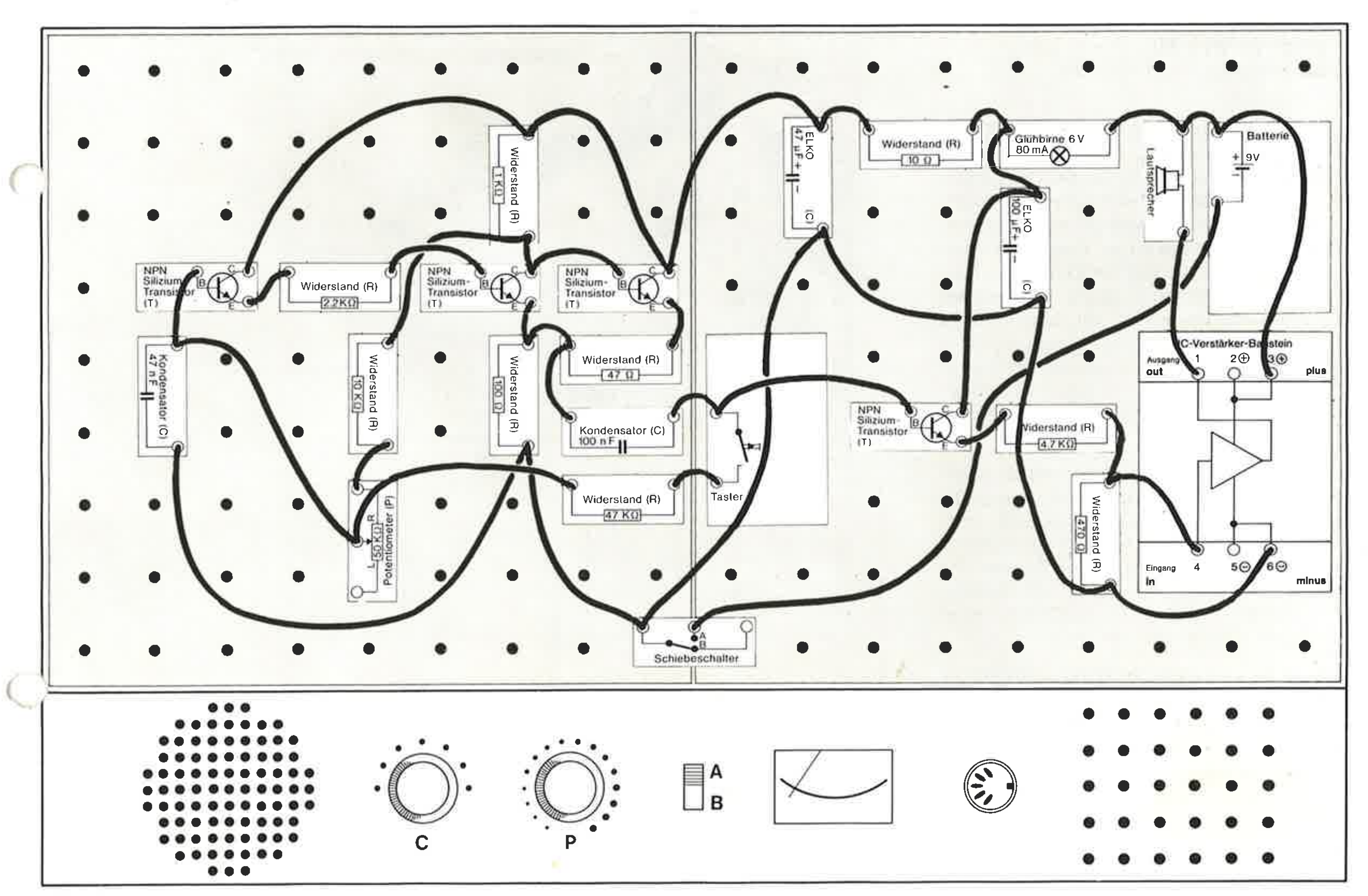


Abb. 22a


NPN
Silizium-
Transistor
(T)
Widerstand (R)
2,2 KΩ
1 KΩ
47 Ω
Kondensator (C)
100 n F
47 KΩ
Kondensator (C)
47 n F
10 KΩ
100 Ω
Potentiometer (P)
50 KΩ
Taster
Schiebeschalter
ELKO
47 µF
10 Ω
Glühbirne 6 V
80 mA
100 µF
Lautsprecher
Batterie
9V
4,7 KΩ
470 Ω
C-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
plus
Eingang
in
minus
A
B
C
P
Abb. 22b

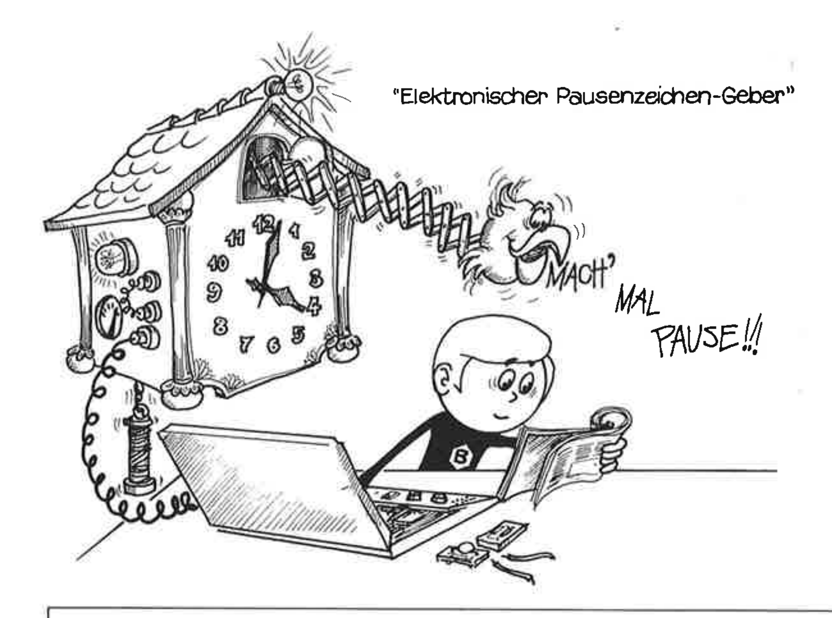
Elektronischer Pausenzeichen-Geber

2070 + 2072

Diese Schaltung gemäß Aufbauplan 23b ist weitgehend identisch mit der Pausenzeichen-Automatik auf Seite 94 des Anleitungsbuches 2070. Durch unseren IC-Verstärker wird die Tonqualität allerdings wesentlich besser und lauter. Das Gerät funktioniert jetzt so gut, daß wir es auch als modernen Dreiklang-Türgong einsetzen könnten. Hierfür sollten wir lediglich den Taster durch einen Klingelknopf ersetzen und aus dem Kasten herausführen. Auch der Lautsprecher könnte durch ein längeres Kabel an einer geeigneten Stelle angebracht werden.

Bei eingeschaltetem Gerät und einmaligem Tastendruck ertönen aus dem Lautsprecher nacheinander 3 Töne. Die Tonfolge kann am Armaturenbrett-Poti variiert werden, wobei der letzte Ton immer der tiefste Ton bleibt. Wenn wir die beiden Elkos 4,7 µF und 10 µF gegeneinander austauschen, entsteht eine andere Tonfolge.

Die Schaltungsbeschreibung entnehmen wir der Seite 94 (2070), wobei wir lediglich berücksichtigen, daß der Lautsprecher die verstärkten Signale über den zusätzlich eingebauten IC erhält.



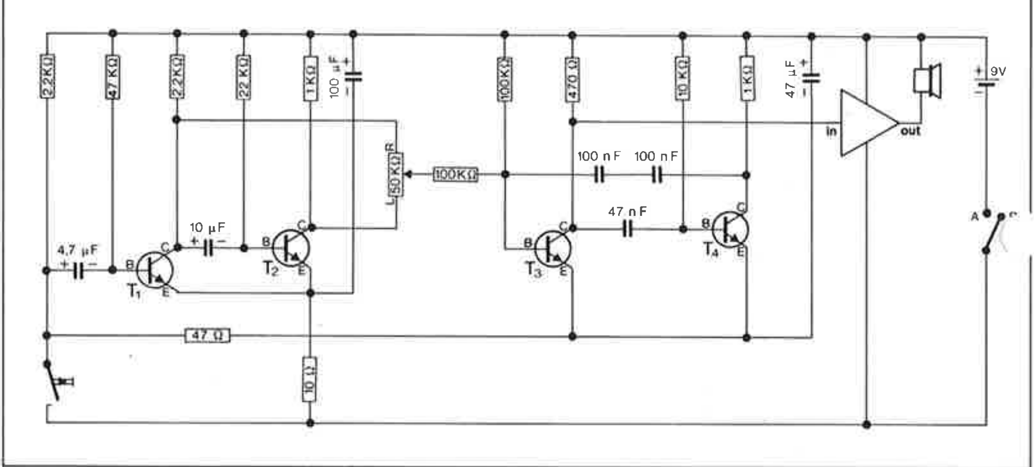
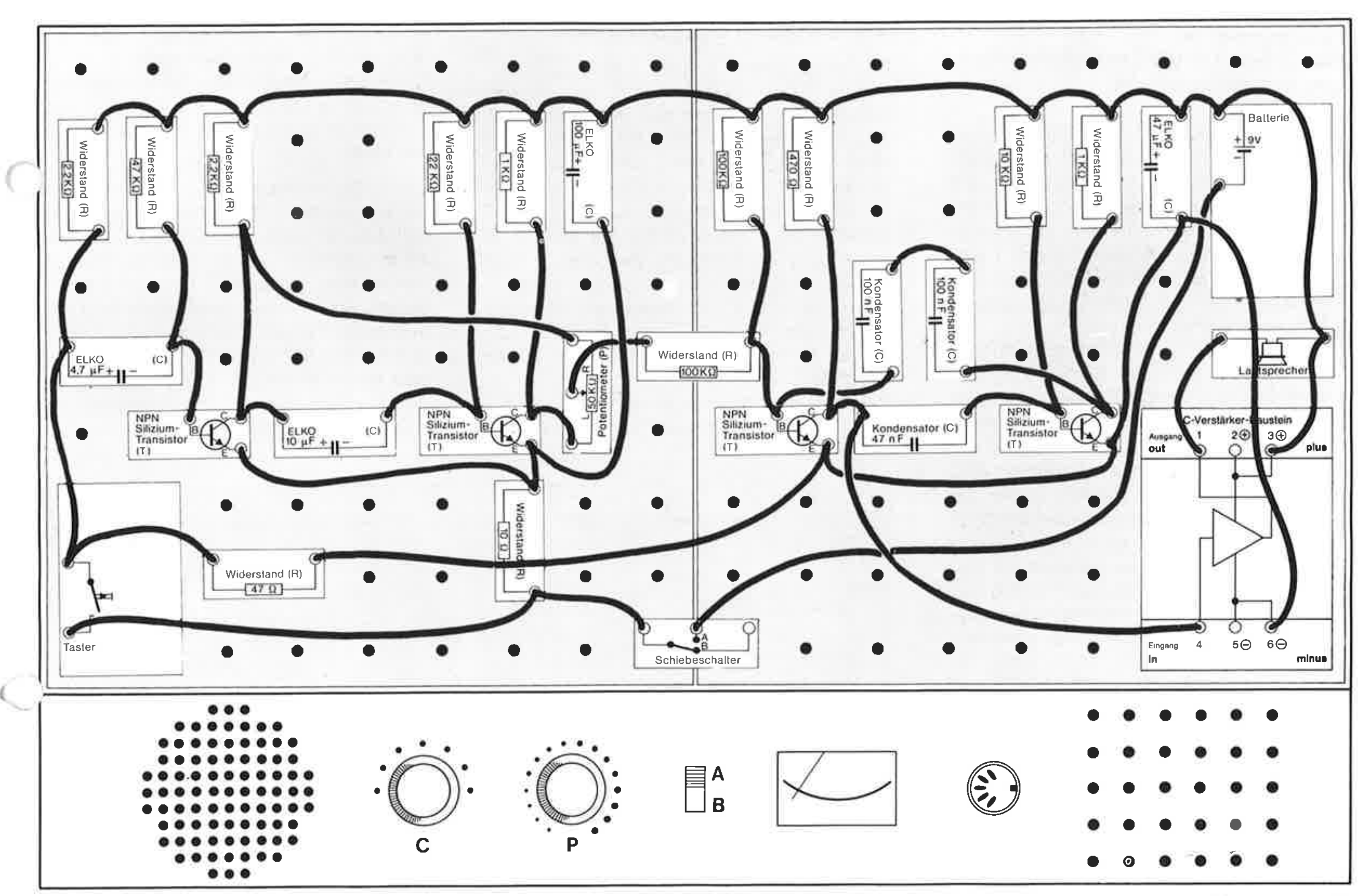


Abb. 23a



Widerstand (R)
2,2 KΩ
Widerstand (R)
47 KΩ
Widerstand (R)
2,2 KΩ
Widerstand (R)
22 KΩ
Widerstand (R)
1 KΩ
ELKO
100 µF
(C)
Widerstand (R)
100 KΩ
Widerstand (R)
470 Ω
Widerstand (R)
10 KΩ
Widerstand (R)
1 KΩ
ELKO
47 µF
(C)
Batterie
9V
Kondensator (C)
100 nF
Kondensator (C)
100 nF
ELKO
4,7 µF
(C)
NPN Silizium-Transistor (T)
ELKO
10 µF
(C)
NPN Silizium-Transistor (T)
Potentiometer (P)
50 KΩ
Widerstand (R)
100 KΩ
NPN Silizium-Transistor (T)
Kondensator (C)
47 nF
NPN Silizium-Transistor (T)
Lautsprecher
C-Verstärker-Baustein
Ausgang
out
plus
Widerstand (R)
10 Ω
Widerstand (R)
47 Ω
Taster
Schiebeschalter
Eingang
In
minus
C
P
A
B

Abb. 23b

Universal-Alarmanlage mit Panik-Sound und kombinierten Alarmauslösungen.

2060 + 2070 + 2072

Dieses Gerät gemäß Aufbauplan 24b ist die komplizierteste Alarmanlage, die wir bisher gebaut haben. Der Alarmton wird durch den IC-Verstärker zum unüberhörbaren „Panik-Sound" und kann auf 3 Arten ausgelöst werden: Akustisch (der Lautsprecher dient als Mikrofon). Optisch (der LDR reagiert auf Lichteinfall). Mechanisch (durch eine Alarmschleife).

Die Anlage ist in Schiebeschalterstellung A betriebsbereit. Jetzt muß noch richtig einjustiert werden: Das IC-Poti regelt die Lautstärke des Alarmtons. Das Poti am Armaturenbrett drehen wir bis zum rechten Anschlag. Jetzt wird mit dem Potentiometer (großer Baustein aus Kasten 2060) die Empfindlichkeit der akustischen Alarmauslösung eingestellt. Je nach Poti-Stellung heult unsere Sirene bei leisen oder ggf. auch bei lauteren Geräuschen, die von dem als Mikrofon verwendetem Lautsprecher (Schaltungsmitte) eingefangen werden. Der Dauer-Alarmton kann durch Tastendruck ausgeschaltet werden. Jetzt regeln wir mit dem Poti am Armaturenbrett noch die Empfindlichkeit des Lichteinfalls am LDR so, daß eine Alarmauslösung erfolgt, sobald kein Licht auf den Fotowiderstand fällt. Auch in diesem Fall wird die Alarmauslösung durch Tastendruck zurückgestellt. Die Alarmschleife muß nicht speziell justiert werden.

Wie funktioniert diese Schaltung?

Die Transistoren T 1 und T 2 sind als monostabile Kippstufe geschaltet, ähnlich wie beim Schuß-Detektor, den wir auf Seite 72 des Anleitungsbuches 2070 kennengelernt haben. Wird der Lautsprecher von Schallwellen getroffen, wird der Transistor T 2 leitend, wodurch die Basis von T 3 (gegenüber dem Emitter) negativ wird. T 3 sperrt, und T 5 bekommt über den 47 K Ω Widerstand die notwendige Basis-Spannung. Die als Multivibrator geschalteten Transistoren T 5 und T 6 erzeugen das Tonsignal, welches dem IC-Verstärker zugeführt wird.

Drücken wir die Taste, erhält T 1 eine positive Basis-Spannung und wird leitend, wodurch T 2 sperrt. Damit erhält T 3 ebenfalls eine positive Basis-Spannung, d. h., daß sich über seine C-E-Strecke eine negative Spannung an der Basis von T 5 ergibt, weshalb der Multivibratorteil nicht mehr arbeiten kann.

Die optische Alarmauslösung ist in gleicher Weise wie der LDR-Steuerteil geschaltet, welcher im Anleitungsbuch 2070 auf Seite 49 beschrieben wurde. Wir beachten, daß der frühere Transistor T 1 in unserer neuen Schaltung als T 4 eingesetzt ist. Bei Unterbrechung der Alarmschleife oder Verdunkelung der LDR sperrt dieser Transistor T 4, und damit erhält die Basis von T 2 eine positive Spannung, T 2 wird leitend und der Alarm wird ausgelöst.

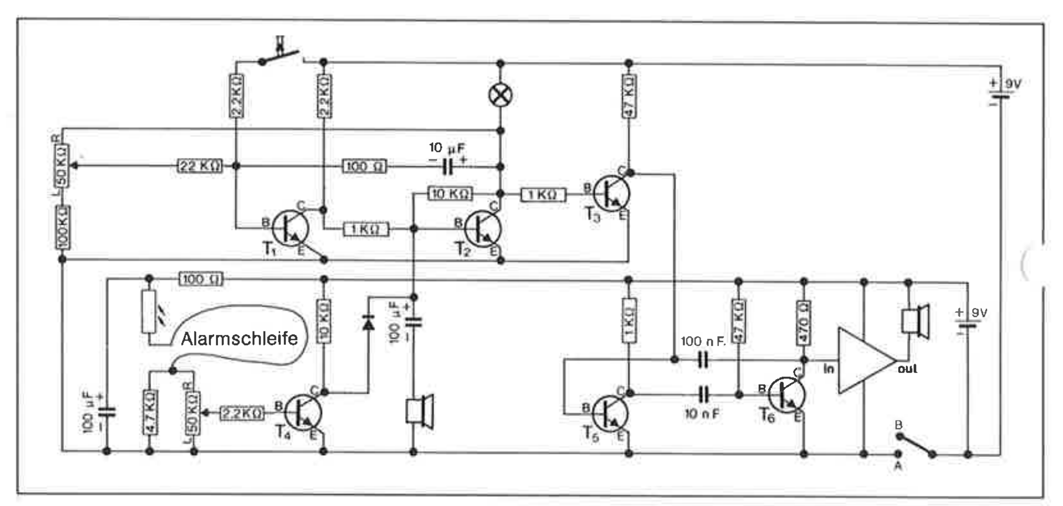
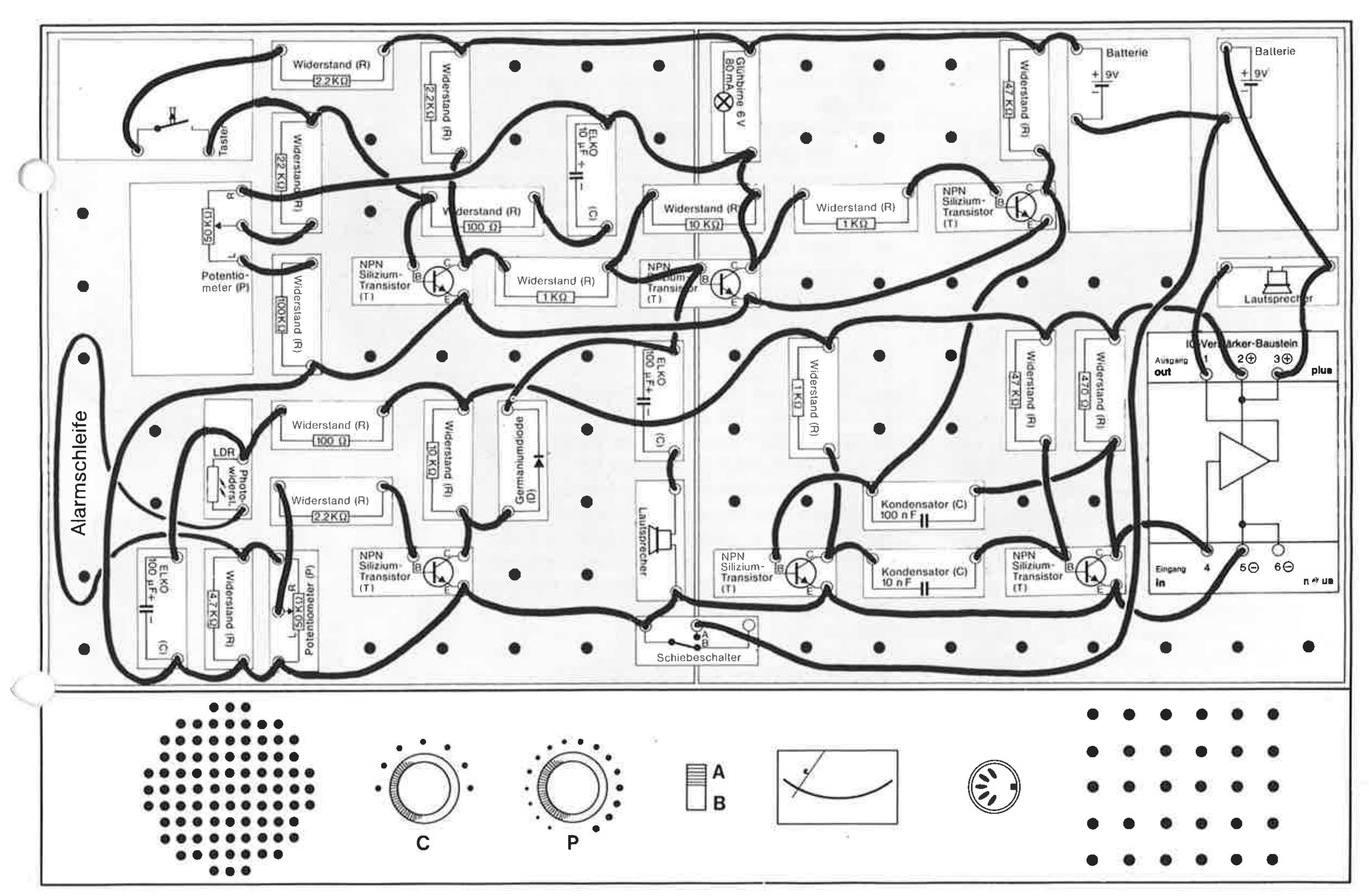


Abb. 24a



Widerstand (R)
2,2 KΩ
Taster
Batterie
+ 9V
Glühbirne 6 V 80 mA
ELKO 10 µF
Widerstand (R)
100 Ω
10 KΩ
1 KΩ
47 KΩ
22 KΩ
NPN Silizium-Transistor (T)
Potentiometer (P)
50 KΩ
100 KΩ
Alarmschleife
LDR
Photowiderst.
Germaniumdiode (D)
Lautsprecher
Kondensator (C)
100 nF
10 nF
470 Ω
4,7 KΩ
Schiebeschalter
Eingang
in
Ausgang
out
plus
C
P
A
B

Abb. 24b

Wechselsprechanlage mit NF-Verstärker für 2 Teilnehmer

2060 + 2070 + 2072

Eine Wechselsprechanlage mit 4 Transistoren wurde bereits im Anleitungsbuch 2070 auf Seite 138 beschrieben. Wie wir aus dem Schaltplan 25a ersehen, hat die jetzt aufzubauende Anlage nur noch einen Transistor und unseren IC-Verstärker. Nach Fertigstellung der Schaltung gemäß Aufbauplan 25b werden wir feststellen, daß wir mit weniger Bauelementen eine leistungsfähigere Anlage in Betrieb nehmen können.

Die „Zentrale" der Wechselsprechanlage ist bei Station A, wobei der im Armaturenbrett eingebaute Lautsprecher wieder die Doppelfunktion Lautsprecher/Mikrofon übernimmt. Die Station B besteht lediglich aus einem Lautsprecher, der mit einem entsprechend langen Verbindungskabel aus der Schaltung heraus, z. B. in einen Nebenraum verlegt wird. Auch dieser Lautsprecher dient gleichzeitig als Mikrofon. Da wir den Schiebeschalter und die beiden zur Verfügung stehenden Tasten für die Schaltvorgänge benötigen, schließen wir zur Inbetriebnahme als letztes Element die Batterie an.

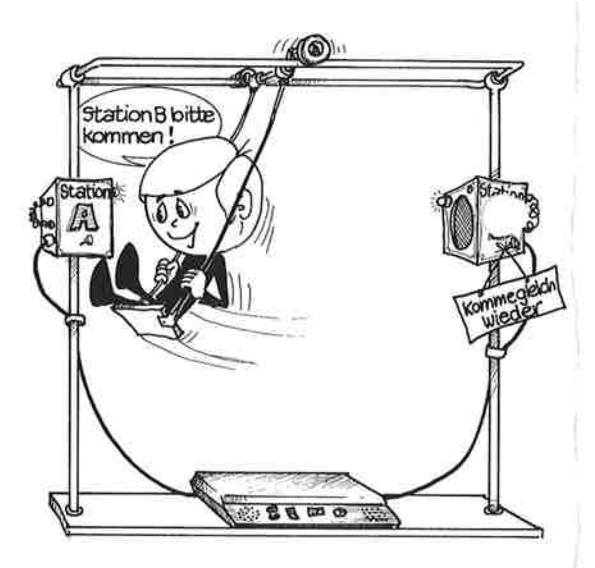
Wenn Station A sprechen will, wird der Schiebeschalter in Position A gestellt, und gleichzeitig die Taste A während der gesamten Sprechzeit gedrückt. Station B ist also auf Empfang geschaltet. Nach beendeter Durchsage wird Station B zum Sprechen aufgefordert. Hierzu wird in der Zentrale der Schiebeschalter in Stellung B gebracht, und gleichzeitig die Taste B während der gesamten Sprechzeit gedrückt. Das Gespräch kann durch Wechsel der Schiebeschalterstellung und der Tasten beliebig lange fortgesetzt werden. Unser IC-Verstärker sorgt auch bei größerer Entfernung zwischen den beiden Stationen für eine hervorragende Tonqualität. Die Lautstärke wird am IC-Poti eingestellt.

Achtung!

Um unnötigen Batterieverbrauch zu vermeiden, sollte nach Gesprächsende die Batterie abgeklemmt werden. Es ist weiter zu beachten, daß bei diesem Versuch externe Lautsprecherboxen nicht angeschlossen werden können, sondern daß hierfür nur der eingebaute Lautsprecher im Armaturenbrett und der Lautsprecher aus dem Kasten 2060 geeignet ist (wegen der Doppelfunktion: Mikrofon/Lautsprecher).

Wie funktioniert diese Schaltung?

Die vom Mikrofon (Lautsprecher) erzeugten Wechselschwingungen werden dem Transistor zugeführt, der als einstufiger Verstärker arbeitet. Von dort aus gelangen die Schwingungen an den Eingang des IC-Verstärkers. Alle weiteren Funktionen sind identisch mit der Beschreibung auf Seite 138 (2070).



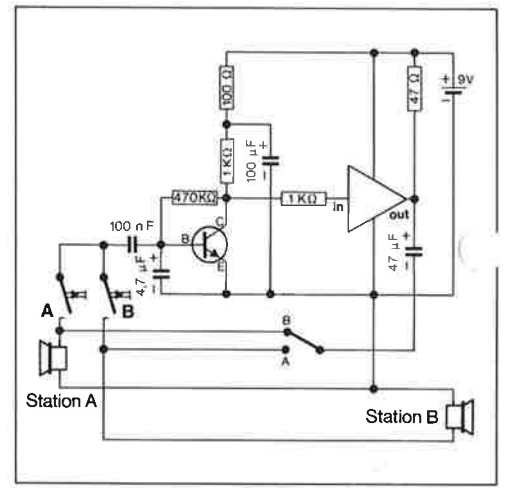


Abb. 25a

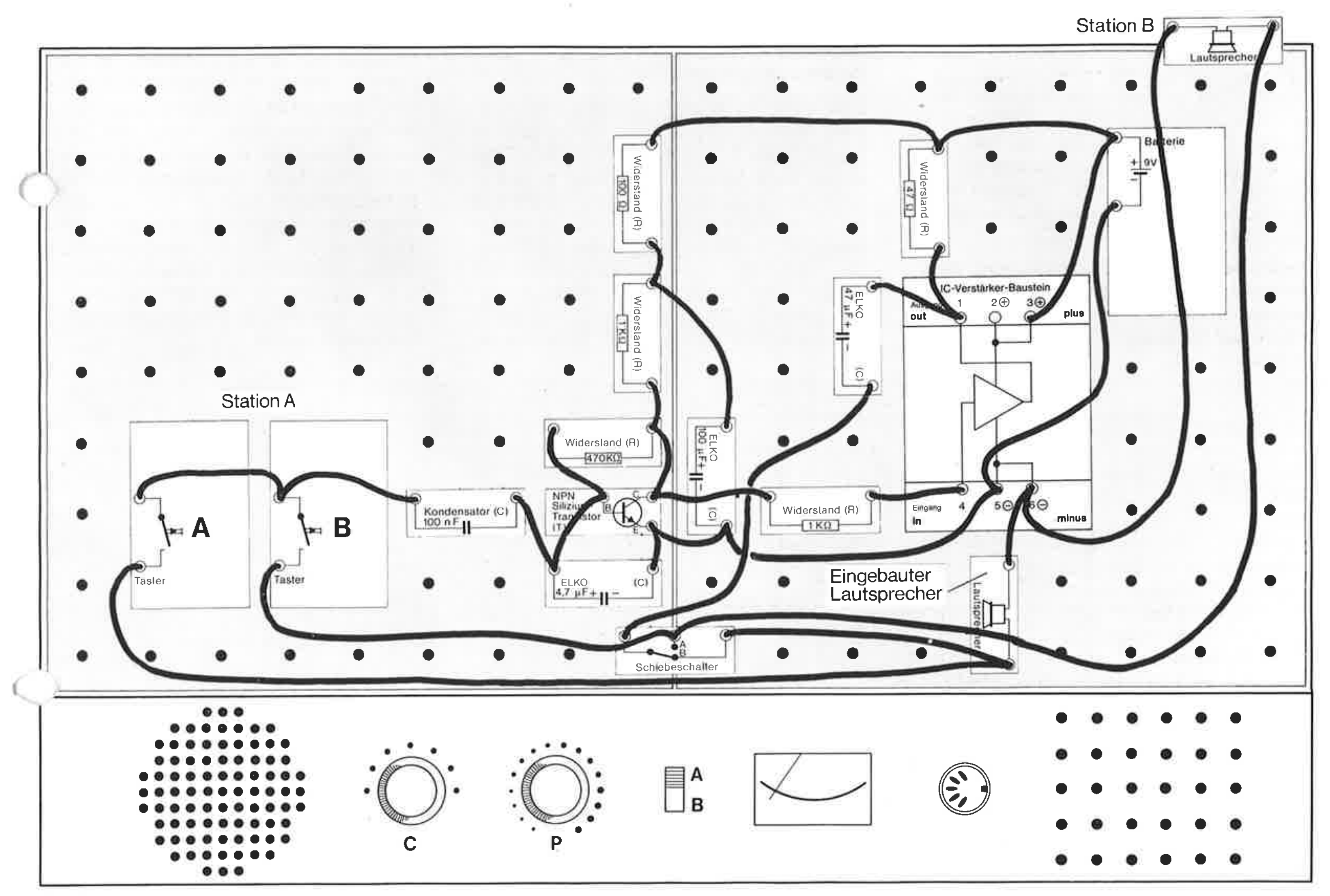

Station B
Lautsprecher
Station A
A
B
Taster
Taster
Kondensator (C)
100 nF
Widerstand (R)
100 Ω
1 KΩ
470KΩ
NPN
ELKO
4,7 µF+
(C)
100 µF+
47 µF+
Widerstand (R)
47 Ω
1 KΩ
Batterie
9V
IC-Verstärker-Baustein
out
plus
Eingang
in
minus
Eingebauter
Lautsprecher
Schiebeschalter
C
P
A
B

Abb. 25b

Wie funktioniert unser IC-Baustein?

Prinzipiell ist es nicht unbedingt erforderlich, das „Innenleben“ eines IC-Bausteins in allen Einzelheiten zu kennen. Viel wesentlicher ist es zu wissen, wo und wie ein IC eingesetzt werden kann. Trotzdem ist es interessant, die Arbeitsweise unseres IC etwas näher zu durchleuchten.

Eine solche Beschreibung ist nicht ganz einfach, weil in einem IC sehr viele Elemente und Funktionen zusammenwirken. Wenn wir genaueres wissen möchten, müssen wir Schritt für Schritt in die Geheimnisse dieses elektronischen Miniatur-Wunders eindringen.

Die Abbildung 26 zeigt den Original-Schaltplan unseres IC-Halbleiter-Chips. Die 16 Transistoren, 7 Dioden und 12 Widerstände bilden eine komplette Schaltung, die in Wirklichkeit auf einer winzigen Fläche von ca. 1 mm² untergebracht sind. Da einige Elemente lediglich gewisse Nebenfunktionen erfüllen, wurden die wichtigsten Schaltkreise durch dickere Linien kenntlich gemacht. Damit wird es für uns leichter, die in der Abbildung 27 stark vereinfachte Prinzip-Darstellung zu verstehen.

Vergleichen wir den Original-Schaltplan mit der vereinfachten Prinzip-Darstellung: Die Transistoren T 1 und T 2 sind als Emitter-Folger geschaltet. Wenn der Emitter eines Transistors zur Basis des nächsten Transistors führt, bezeichnet man die Schaltungsform auch als Darlington-St (siehe auch Anleitungsbuch 2070, Seiten 13, 20 und 85). Die zwei Transistoren könnte man auch als einen Transistor mit erheblich vergrößerter Verstärkerleistung ansehen, wie dies in der Prinzip-Schaltung dargestellt wurde.

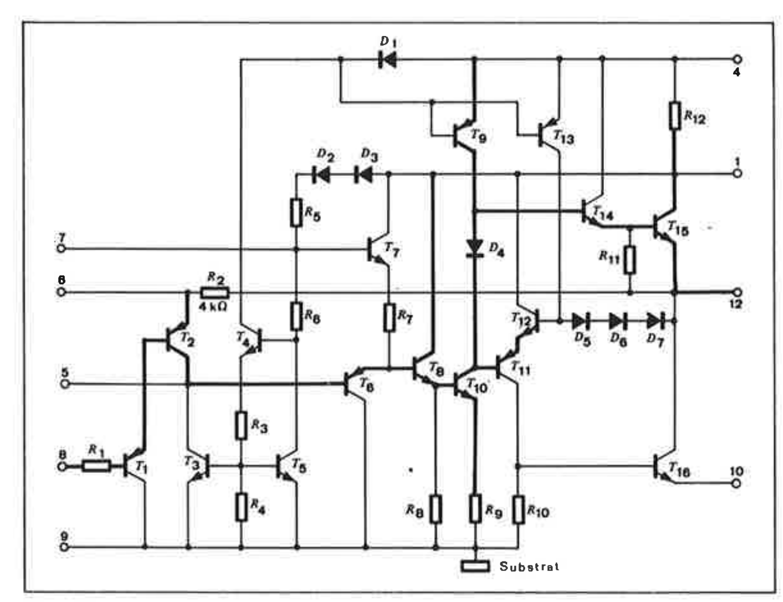


Abb. 26
Original-Schaltplan des IC-Halbleiter-Chips

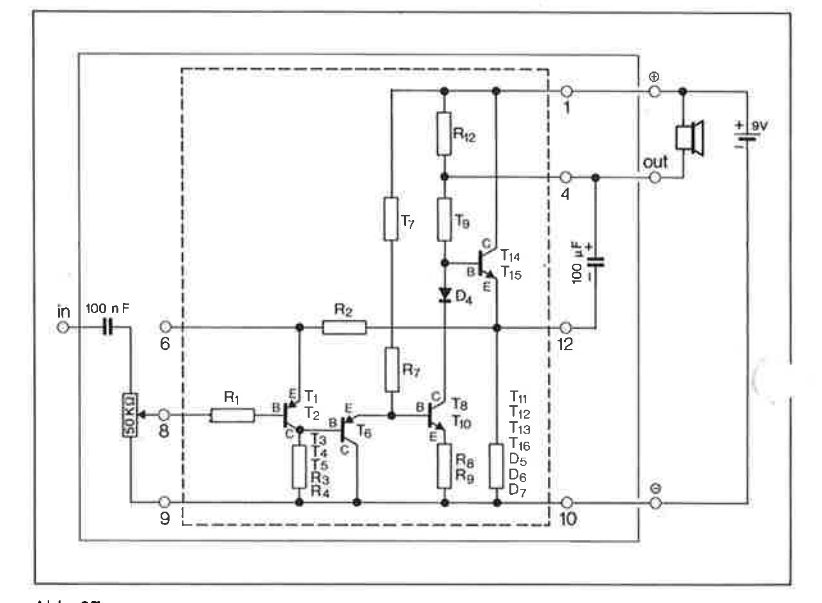


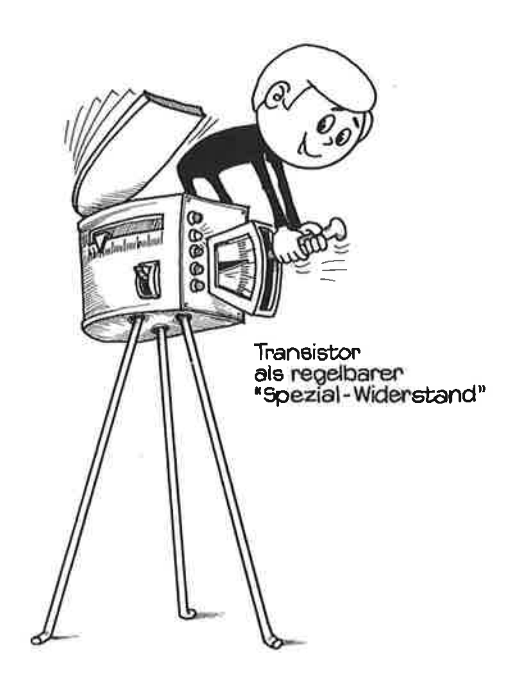
Abb. 27
Prinzipdarstellung des IC-Verstärker-Bausteins. Der eigentliche IC ist innerhalb der punktierten Umrandung dargestellt

Der Transistor T 3 hat die Funktion eines regelbaren Widerstandes, wobei T 4 und T 5 für die Steuerung zuständig sind. Die 4 Widerstände R 3 bis R 6 und die beiden Dioden D 2 und D 3 erfüllen lediglich eine Schutzfunktion. Dieser ganze Komplex wurde in der Prinzip-Schaltung als ein einzelner Widerstand dargestellt.

Auch Transistor T 7 hat nur die Aufgabe eines Widerstandes zu erfüllen. Die Transistoren T 8 und T 10, sowie T 14 und T 15 sind wieder als Darlington-Stufe geschaltet und in der Prinzip-Darstellung jeweils als ein Transistor eingezeichnet.

Die Transistoren T 11, 12, 13 und 16 sowie die Dioden D 5. D 6 und D 7 übernehmen eine komplizierte Regel- und Steuerfunktion. Weil sie wie ein „Spezial-Widerstand mit Steuerschaltung“ arbeiten, sind sie in der Prinzip-Darstellung zu einem Widerstand zusammengefaßt. Dieser „Spezial-Widerstand mit Steuerschaltung“ schützt die anderen integrierten Bauelemente. Er sorgt gleichzeitig für eine größtmögliche verzerruns- und rauschfreie NF-Verstärkung. Die Dioden D 1 und D 4 sorgen durch die Schwellspannung für optimale Arbeitspunkt-Bedingungen.

Zum besseren Verständnis befassen wir uns jetzt nur noch mit der Prinzip-Darstellung, Abbildung 27. Wir verfolgen den Weg eines zu verstärkenden Signals, indem wir simulieren, daß die positive Halbwelle eines NF-Signals über den 100 nF-Kondensator und Potentiometer an den Eingang des IC (Pin 8) gelangt. Der Kondensator und das Poti sind extern auf der Leiterplatte (Platine) des Bausteins enthalten. Wir wissen, daß über den 100 nF-Kondensator nur Wechselströme den IC-Eingang erreichen können. Gleichströme würden für den IC gefährlich werden und seinen Arbeitspunkt verschieben. Das Poti bestimmt die Größe (Stärke) des Eingangs-Signals und dient somit als Lautstärkeregler.

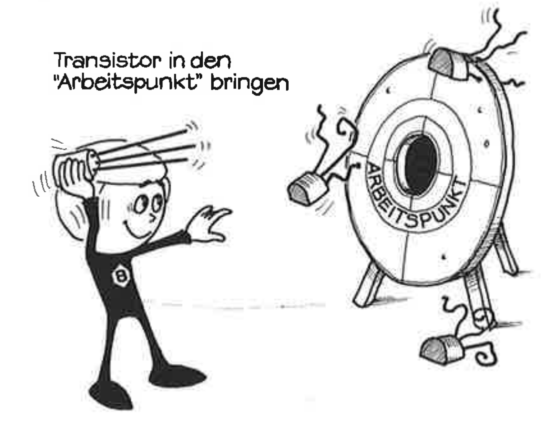


Unser simuliertes, positives Halbwellen-Signal erreicht über den Widerstand R 1 die Transistor-Basis T 1/T 2. Während bei den uns bisher bekannten NPN-Transistoren der Pfeil von der Basis zum Emitter zeigt, stellen wir jetzt fest, daß bei T 1/T 2 der Pfeil vom Emitter zur Basis führt. Dieser Transistor ist ein PNP-Transistor, der nicht wie bisher gewohnt, eine positive sondern eine negative Basis-Spannung (gegenüber dem Emitter) benötigt, damit seine Collector-Emitter-Strecke leitend wird. Folglich sperrt das ankommende, positive Halbwellen-Signal den Transistor T 1/T 2. Hierdurch gelangt über den Spezial-Widerstand T 3/T 4/T 5 eine negative Halbwelle (Spannung) zur Basis von T 6. Da Transistor T 6 ebenfalls ein PNP-Transistor ist, wird er leitend und über seine C-E-Strecke gelangt nun ebenfalls eine negative Halbwelle an die Basis T 8/T 10. Transistor T 8/T 10 sperrt, weil er als NPN-Transistor eine positive Basis-Spannung benötigt. Damit wird nun T 14/T 15 leitend, weil dieser NPN-Transistor eine positive Basis-Spannung über die Widerstände T 9 und R 12 erhält. Somit steht jetzt am Ausgang unseres IC (Pin 12) eine erheblich verstärkte, positive Halbwelle.

Vorstehende IC-Beschreibung ist stark vereinfacht. Die komplizierten, aus Transistoren und Dioden bestehenden, selbstregelnden Widerstände haben wir zunächst einmal übersprungen. Diese „Spezial-Widerstände“ übernehmen jedoch die äußerst wichtige Funktion, dafür zu sorgen, daß die beschriebenen Bauelemente alle einwandfrei arbeiten können.

Der „Arbeitspunkt" – Bereitschaftsstellung eines Transistors
Wir wissen, daß ein Transistor einen kleinen Basis-Emitter-Strom benötigt, um einen größeren Collector-Emitter-Strom zu steuern. Transistoren benötigen zum Durchschalten zwar eine sehr kleine, aber dennoch eine Mindest-Spannung an der Basis. Hochwertige NF-Verstärker (unser IC-Verstärker-Baustein ist ein solcher) sollen aber auch schwache Signale mit geringsten Spannungen verstärken können. Um dies zu erreichen, legt man an die Basis eine kleine Vorspannung, die gerade so groß ist, daß durch die C-E-Strecke ein mittlerer Strom fließen kann. Kleine Basis-Spannungen führen nun zu großen Stromschwankungen in der C-E-Strecke und somit auch zu großen Spannungsschwankungen an den C-E-Anschlüssen. Weil der Transistor auf diese Weise „in den idealsten Arbeitspunkt gebracht wurde", können jetzt auch kleinste Basis-Spannungen einwandfrei verstärkt werden.

Damit die Schaltung unseres IC in der beschriebenen Weise arbeitet, muß also am Emitter des Transistor T 1/T 2 eine positive Spannung gegenüber der Basis anstehen. Die Basis muß also negativer als der Emitter sein, damit ein C-E-Strom fließen kann. Die positive Spannung am Emitter darf jedoch auch nicht zu groß sein, da sonst die C-E-Strecke, unabhängig von der Eingangs-Spannung, immer voll durchgeschaltet wäre, d. h., daß Spannungsschwankungen an der Basis-Emitter-Strecke zu keinen Stromschwankungen in der C-E-Strecke führen könnten. In diesem Fall wäre der Transistor nicht mehr im „Arbeitspunkt", sondern in der sogenannten „Sättigung".



Solange der Transistor T 14/T 15 sperrt, kann am Emitter von T 1/T 2 keine positive Spannung anliegen. Die Basis dieses PNP-Transistors kann somit nicht negativer als sein Emitter werden, d. h. T 1/T 2 sperrt. Damit liegt an der Basis von T 6 über den „Spezial-Widerstand" aus T 3/T 4/T 5 eine negative Spannung — T 6 wird leitend. Durch die über die C-E-Strecke von T 6 herangeführte negative Spannung sperrt jetzt der Transistor T 8/T 10. (Wir wissen, daß T 8/T 10 als NPN-Transistor zum Öffnen eine positive Basis-Spannung benötigen würde). Damit gelangt nun eine positive Spannung über R 12 und T 9 an den Transistor T 14/T 15. Dieser schaltet durch, und damit erreicht eine positive Spannung über R 2 den Emitter von T 1/T 2. Damit T 1/T 2 nicht ständig leitend bleibt, darf die positive Emitter-Spannung nicht zu groß werden. Wird diese Emitter-Spannung trotzdem zu groß, ergibt sich automatisch an der Basis von ebenfalls eine positive Spannung. T 6 würde sofort sperren, weil er als PNP-Transistor eine negative Basis-Spannung benötigt. Sobald aber T 6 sperrt, gelangt an den NPN-Transistor T 8/T 10 eine positive Basis-Spannung — er schaltet durch. Damit kommt über T 8/T 10 eine negative Spannung an die Basis von T 14/T 15. Weil dieser Transistor nun seinerseits sperrt, wird dem Emitter von T 1/T 2 die zu hohe positive Spannung entzogen.

Nun sollte man eigentlich annehmen, daß der zuerst geschilderte Vorgang erneut beginnt, und damit die ganze Schaltung durch eine Rückkopplung zum Schwingen kommt. Das ist aber nicht der Fall, weil beide beschriebenen Vorgänge in ständigem Wechsel ein Gleichgewicht herstellen, wonach am Emitter von T 1/T 2 eine kleine positive Spannung ansteht, die groß genug ist, um den Transistor in sein Arbeitspunkt zu halten. Die Spannung kann jedoch nicht weiter anwachsen, weil damit sofort der beschriebenen „Regelvorgang" einsetzen würde, um die ansteigende Spannung wieder zu verkleinern.

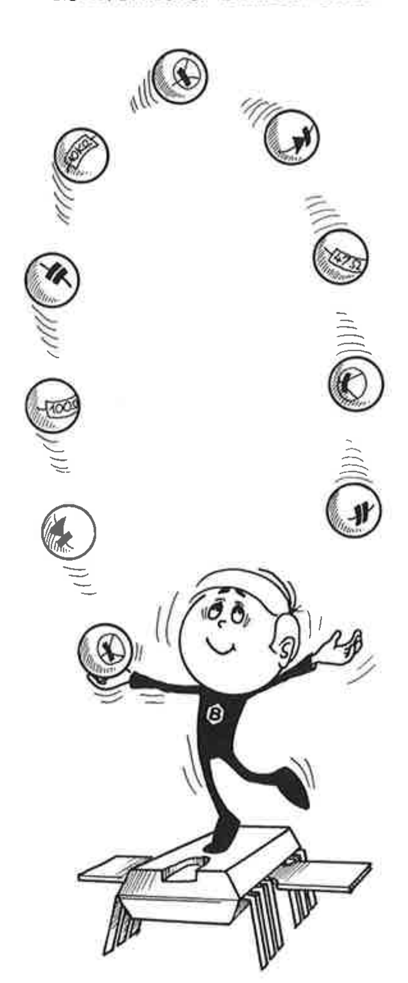
Wir verstehen jetzt, warum alle im Verstärker-Bereich arbeitenden Transistoren auf

einem idealen Arbeitspunkt gehalten werden müssen, damit sowohl kleine, als auch große Eingangs-Signale verzerrungsfrei verstärkt werden. Hierfür sind die Transistoren und Dioden verantwortlich, die wir in unserer Prinzip-Darstellung als „regelbare Spezial-Widerstände“ bezeichnet haben. Diese ständigen Regelfunktionen sind jedoch nicht nur für die Eingangs-Signale notwendig. Ändert sich z. B. die Versorgungs-Spannung, oder wird der IC bei längerer Betriebsdauer warm, so verschieben sich die Arbeitspunkte der einzelnen Transistoren. Unsere „regelbaren Spezial-Widerstände“ sorgen unverzüglich dafür, daß alle Verstärker-Transistoren trotzdem im idealen Arbeitspunkt bleiben.

Auf unserem Verstärker-Baustein sind außer dem IC noch eine ganze Reihe von Kondensatoren und Widerständen fest montiert. Einige davon werden ebenfalls für die korrekte Arbeitspunkt-Einstellung benötigt, während einige andere z. B. die sehr niedrigen Frequenzen aussieben, weil solche kaum wahrnehmbar sind, für deren Verstärkung jedoch ein hoher Stromverbrauch notwendig wäre.

Wenn wir das etwas schwierige Zusammenspiel der einzelnen Bauelemente unseres IC noch nicht ganz richtig verstanden haben, sollten wir dieses Kapitel noch einmal durchlesen, und gleichzeitig mit einem Buntstift auf der Prinzip-Darstellung die angesprochenen Verbindungsleitungen farbig ausmalen.

Kompliziertes Zusammenspiel elektronischer Bauelemente



Inzwischen sind Sie Elektronik-Experte geworden . . .

Mit dem Zusatzkasten IC-Verstärker-Technik sind wir weit in die phantastische Welt der Elektronik eingedrungen.

Der Ausflug in dieses interessante Wissensgebiet soll damit nicht beendet sein. Ihre Kenntnisse und Fähigkeiten sind so weit vorangeschritten, daß Sie sicherlich selbst noch viele weiteren Schaltungsmöglichkeiten entdecken werden.

Das BUSCH-Electronic-Studio wird weiter ergänzt. Der Zusatzkasten „Digital-Technik“ wird Ihnen weitere hochinteressante Erkenntnisse vermitteln.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Bauelemente im Electronic-Studio Zusatzkasten 2072:

	Einzel-Bestell-Nr.
1 Anleitungsbuch für 2072	20702
1 Elektronik-Baustein mit Normbuchse für Lautsprecheranschluß	207[illegible]
1 IC-Verstärkerbaustein bestehend aus Platine, IC, Poti, 2 Widerstände, 5 Scheibenkondensatoren, 3 Elkos	20760
1 Batterie-Halter	20780
10 abisolierte Kabelabschnitte (4 Stück rot, 4 cm lang; 4 Stück grün, 6 cm lang; 2 Stück grau, 35 cm lang) sowie 16 gelbe Plastik-Stecker	20787



